



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación :

INGENIERO INDUSTRIAL

Título del proyecto:

“ESTUDIO DE MEJORA ENERGÉTICA DE LOS
DIFERENTES CONSUMOS ELÉCTRICOS DE LA PLANTA
DE VISCOFAN EN CASEDA”

MEMORIA

Alumno: Guillermo Juan Deán Oroz

Tutor: Vicente Senosiain

Pamplona, 23 Julio 2014



1. ÍNDICE

Contenidos

MEMORIA	0
1. ÍNDICE.....	1
2. INTRODUCCIÓN	3
a. Eficiencia energética	3
b. Plan de acción de ahorro y eficiencia energética de 2011-2020.....	3
c. Eficiencia energética en VISCOFAN.....	4
d. Alcance del proyecto.	5
e. Objeto del proyecto	5
f. Situación	5
g. Descripción de la nave.....	5
h. Descripción de la actividad	6
i. Suministro de energía	6
j. Previsión de cargas.....	6
k. Normativa.	13
3. ALUMBRADO.	15
a. Introducción.....	15
b. Conceptos luminotécnicos.....	15
c. Proceso y método.....	18
- Determinación del nivel de iluminación.	24
- Determinación del tipo de iluminación.	26
- Determinación del factor de mantenimiento.	28
- Cálculos del índice del local.....	29
- Determinación del factor de utilización.	31
- Cálculo del flujo a instalar.	34
- Cálculo del número de luminarias.....	34
- Distribución de las luminarias.	35
- Planteamiento y estimación del ahorro que se quiere obtener.	35
d. Alumbrado interior	36
i. Fluorescentes en planta.	36
- Justificación de las lámparas empleadas	36
- Soluciones empleadas	38



- Representación de resultados lumínicos.....	47
- Método de sustitución de tubos fluorescentes por LED.....	49
- Ahorros y tiempo de retorno	52
ii. Almacén	62
- Justificación de caso particular.....	62
- Detalle del almacén.	62
- Propuesta 1	63
- Propuesta 2	69
- Propuesta 3	72
e. Alumbrado exterior.....	76
4. SECADEROS DE TRIPA CELULÓSICA EN NAVE 1, 2 y 3	79
a. Situación actual	79
5. RESUMEN DEL PRESUPUESTO DE LA INSTALACIÓN.....	81
Propuesta 1	81
Propuesta 2	83
Propuesta 3	84
6. ESTUDIO DE LA AMORTIZACIÓN DEL CAMBIO DE LUMINARIAS Y LÁMPARAS.....	86
7. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD.	97
8. BIBLIOGRAFIA.....	97



2. INTRODUCCIÓN

a. Eficiencia energética

El futuro del modelo energético y su impacto sobre el cambio climático, la seguridad energética y la competitividad de la economía mundial, son sin duda, algunos de los retos más importantes a los que se habrá de enfrentar la humanidad en las próximas décadas.

El modelo actual de desarrollo que predomina en nuestra sociedad se basa en el consumo de energía. Hay una serie de factores que propician el uso de estrategias para reducir el consumo de esta.

En primer lugar gran parte de la energía que consumimos hoy en día proviene de los combustibles fósiles cuya producción no está asegurada en el tiempo. Por otro lado la producción de energía eléctrica por medios sostenibles está en auge pero no es barata. El encarecimiento del precio de la energía y el afán por alcanzar una producción sostenible ha llevado a empresas y particulares a adecuar sus instalaciones para favorecer el ahorro energético.

Desde los gobiernos se insta a emplear los recursos energéticos de manera responsable y apropiada a los tiempos que corren.

Con el fin de alcanzar una sociedad más respetuosa y concienciada se fomentan el ahorro y la eficiencia a nivel energético. Gracias a los avances tecnológicos disponibles hoy en día esto se puede llevar a cabo sin sacrificar calidad y producción.

Por estas razones la EE es una materia de importancia para las empresas y en la cual se ha de profundizar para la mejora competitiva.

b. Plan de acción de ahorro y eficiencia energética de 2011-2020

España está comprometida con la unión europea para reducir un 20% el consumo de energía primaria en 2020. También se deben reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en un 20% y por ultimo promover las energías renovables hasta que alcancen un 20%.

En vista a alcanzar los anteriores objetivos en España existe el instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía, IDEA, que es un organismo adscrito al ministerio de industria encargado de conseguir la realización de los objetivos adquiridos por el país.

Este organismo ofrece información, formación, asesoramiento técnico y financiación de proyectos de innovación tecnológica.

Por otro lado el artículo 4 de la directiva 2006/32/CE sobre eficiencia del uso final de la energía y los servicios energéticos fija un objetivo mínimo de ahorro



energético en el 9 % para el año 2016. Como consecuencia de estos objetivos el gobierno español a través del ministerio de industria, turismo y comercio y en colaboración con el instituto IDAE, han creado un Plan de acción de ahorro y eficiencia energética. Este documento incluye la cuantificación de ahorros obtenidos en años pasados en los todos los aspectos de la eficiencia energética y prevé los valores que se desean alcanzar en 2020. Este plan se ha diseñado para ser una de las herramientas centrales de la política energética del estado español. Este plan sume estrategias y planificaciones en materia de I+D+i, política industrial o infraestructuras ya aprobadas como condiciones necesarias para la consecución de los objetivos marcados. Dentro de este tipo de medidas se encontrará la que se va a aplicar en la realización de este proyecto. Dentro de este plan está incluido y mantiene su vigencia el plan de intensificación del ahorro y la eficiencia energética (ACM, 4 de marzo de 2011) donde se contemplaba la renovación de lámparas halógenas por LED. Los beneficios de la tecnología LED permiten a las industrias reducir su gasto eléctrico tanto como los costes económicos que se deducen de él y del mantenimiento de las luminarias antiguas. Este proyecto se hace partícipe del afán de la unión europea por aumentar la eficiencia energética en este caso reduciendo las emisiones de CO₂ generadas por el consumo eléctrico del alumbrado de la planta de Viscofan SA.

c. Eficiencia energética en VISCOFAN

Viscofan está inmerso en una estrategia a nivel global para atacar la oportunidad de crecimiento. Este plan estratégico denominado “be MORE” se basa en cuatro factores clave.

Market growth, Optimization, Returns, Excellence (M.O.R.E.). Este proyecto se enmarca en el apartado de optimización donde se pretende llevar a cabo una serie de acciones tales como: Mejora tecnológica, aumento de la capacidad productiva y búsqueda de económicas de escala, control de la eficiencia, optimizar inversiones en energía.

Todo esto se realiza para contrarrestar una situación actual en donde se encuentra varios factores que pueden afectar negativamente al crecimiento de la empresa y que son lo siguientes: mix de precios de países emergentes, costes de puesta en funcionamiento, inflación en materias primas, subida de los precios de la energía.

La energía es el tercer factor de costes en relación con los ingresos solo por debajo de los costes de materias primas y personal. Representa un 11% y la estrategia de la empresa es la de la optimización y el uso de energía de cogeneración.

Por todos estos motivos la planta de Cáseda está continuamente en un proceso de mejora y en búsqueda de soluciones para la optimización de la energía. De hecho ya cuenta con la mayor planta de cogeneración de Navarra y se han



realizado trabajos de eficiencia energética con anterioridad. En los anexos de bibliografía se puede encontrar el plan realizado por AF INCEPAL.

d. Alcance del proyecto.

Este estudio de eficiencia energética inicialmente iba a abarcar todos los ámbitos de consumo energético de la planta de Viscosfan. Se ha desechado la idea estudiar energéticamente turbinas y bombas debido a que la planta trabaja los 365 días del año con una semana de parada para mantenimiento y también debido a los costes que estas acciones acarrearían. En muchos de los casos como se puede observar en el estudio energético realizado en 2007 la mejor solución para este tipo de situaciones es el cambio de bombas y turbinas por nuevos modelos lo cual implica una inversión muy alta.

De esta manera el estudio energético se centrará en los consumos relativos a la iluminación de la planta. Se van a estudiar las posibilidades energéticas de mejora en la eficiencia en la iluminación.

e. Objeto del proyecto

Se redacta este proyecto con el fin de aportar soluciones en cuanto a la mejora de eficiencia energética de la planta de Cáseda de Viscosfan S.A. Concretamente se analizarán y propondrán mejoras en el alumbrado centrándose en los puntos más conflictivos.

f. Situación

La nave industrial está situada en la carretera Aibar-Casada Km 5

g. Descripción de la nave

- Nave 1 con una superficie de 10.970 m². En ella se realiza la preparación de la masa de colágeno para la producción de la tripa de colágeno, la preparación de la viscosa, la producción de una parte de la tripa celulósica, plisado, almacenes y actividades auxiliares (laboratorios, compresores, oficinas).
- Almacén de celulosa, situado junto a la nave 1 y unido a él por la primera planta
- Almacén de producto acabado, entre la nave 1 y 2. Con una superficie de 2.694 m².
- Taller mecánico, de una sola planta con una superficie de 394 m².
- Planta de viscosa 2, en ella se lleva a cabo la preparación de la viscosa que se va a extruir en la nave 2.



- Nave 2, en ella se lleva a cabo la producción de tripa celulósica.
- Lavadores de gases de celulosa.
- Nave 3, en ella se realiza la producción de colágeno. La superficie total es de 6.3838 m².
- Subestación eléctrica y grupo electrógeno
- Planta de cogeneración. Una sola planta que contiene la sala de generadores y la de control.
- Nueva planta de cogeneración-fase 1.
- Nueva planta de cogeneración-fase 2.
- Nave de impresión. Se trata de una nave para la impresión de tripas.
- Caldera 6.
- Caldera 7.
- Planta depuradora de aguas residuales y laguna de emergencia.
- Caseta de bombas.
- Captación y planta de tratamiento de agua de proceso.

h. Descripción de la actividad

VISCOFAN SA produce, fabrica y distribuye tripas y envolturas artificiales para la industria cárnica. En la planta de Cáseda se realiza la producción de tripas celulósicas y de colágeno.

i. Suministro de energía

j. Previsión de cargas.

De acuerdo con la actividad que se realiza en la planta la potencia instalada actualmente es la siguiente.

<u>Sala</u>		<u>Potencia instalada de no fluorescentes</u>	<u>Potencia instalada de 58 W</u>	<u>Potencia instalada de 36 W</u>	<u>Potencia total por sala</u>
· Planta baja			0	0	0
o Almacén Celulosa	14 proy. 1 x 150W sodio	2100	0	0	2100
tPlanta 1ª			0	0	0
Almacén Prensas	50 fl. 2 x 58W		5800	0	5800
<u>B) Nave de Fabricación 1 - Celulosa</u>			0	0	0



Planta baja			0	0	0
Sosas	6 fl. 2 x 58W		696	0	696
Transportador Sosas	7 fl. 2 x 58W		812	0	812
<u>Sala</u>		<u>Potencia instalada de no fluorescentes</u>	<u>Potencia instalada de 58 W</u>	<u>Potencia instalada de 36 W</u>	<u>Potencia total por sala</u>
Compresores NH ₃	5 fl. 2 x 58W		580	0	580
Piscina 4°C	6 fl. 2 x 58W		696	0	696
Molinos	2 fl. 2 x 58W		232	0	232
	+ 3 fl. 1 x 36W		0	108	108
Pasillos	8 fl. 2 x 58W		928	0	928
o Nave Viscosa	16 fl. 2 x 58W		2204	0	2204
	+ 6 fl. 1 x 58W		348	0	348
	+6 fl. 1 x 36W		0	216	216
	+4 fl. 2 x 15W	120	0	0	120
o Zona húmeda	49 fl. 2 x 58W		5684	0	5684
	+7 fl. 4 x 36W		0	1008	1008
	+8 fl. 2 x 36W		0	576	576
	+10 fl. 1 x 36W		0	360	360
	+1 fl. 1 x 18W	18	0	0	18
Presecado	18 fl. 2 x 58W		2088	0	2088
	+13 fl. 4 x 36W		0	1872	1872
	+2 fl. 2 x 36W		0	144	144
	+1 fl. 1 x 36W		0	36	36
	+4 fl. 2 x 18W	144	0	0	144
Pasillos Secadores	112 fl. 2 x 58W		12992	0	12992
Enrolladoras	3 fl. 2 x 58W		348	0	348
	+2 fl. 1 x 58W		116	0	116
	+8 fl. 4 x 36W		0	1152	1152
Lurgis	16 fl. 2 x 58W		1856	0	1856
	+2 fl. 2 x 36W		0	144	144
	+3 fl. 1 x 36W		0	108	108
Cristalizador	5 proy. 1 x 250W sodio	1250	0	0	1250
	+6 fl. 2 x 36W		0	432	432
(*)a)	6 fl. 2 x 58W		696	0	696
(*)b)	28 fl. 2 x 58W		3248	0	3248
(*)c)	10 fl. 2 x 58W		1160	0	1160
Almacén Tripa	12 proy. 1 x 250W sodio	3000	0	0	3000
	+72 fl. 2 x 58W		8352	0	8352
	+8 fl. 2 x 36W		0	576	576



(*)d)	6 fl. 2 x 58W		696	0	696
(*)e)	4 fl. 2 x 58W		464	0	464
	+7 pl. 2 x 11W	154	0	0	154
Sala	-	Potencia instalada de no fluorescentes	Potencia instalada de 58 W	Potencia instalada de 36 W	Potencia total por sala
Sala Plisado	85 fl. 3 x 58W		14790	0	14790
	+13 fl. 2 x 58W		1508	0	1508
Taller Plisado 1	11 fl. 2 x 58W		1276	0	1276
	+12 fl. 1 x 58W		696	0	696
	+1 fl. 3 x 36W		0	108	108
	+2 fl. 2 x 36W		0	144	144
Taller Plisado 2	18 fl. 2 x 58W		2088	0	2088
Planta 1ª			0	0	0
Nave Viscosa	42 fl. 2 x 58W		4872	0	4872
	+9 fl. 2 x 36W		0	648	648
	+4 fl. 1 x 36W		0	144	144
	+1 fl. 2 x 15W	30	0	0	30
Plataforma Visolvers	12 fl. 2 x 58W		1392	0	1392
o Zona húmeda	13 fl. 2 x 58W		1508	0	1508
	+119 fl. 2 x 36W		0	1368	1368
	+3 fl. 1 x 36W		0	108	108
o Secaderos	11 fl. 2 x 58W		1276	0	1276
Enrolladoras	6 fl. 2 x 58W		696	0	696
	+14 fl. 4 x 36W		0	2016	2016
Lurgis	5 proy. 250W sodio	1250	0	0	1250
	+5 fl. 2 x 58W		580	0	580
	+1 fl. 1 x 58W		58	0	58
	+2 fl. 1 x 36W		0	72	72
Laboratorio Colágeno	11 fl. 2 x 58W		1276	0	1276
(*).....f)	9 fl. 2 x 58W		1044	0	1044
(*).....g)	6 fl. 2 x 58W		696	0	696
(*).....h)	10 fl. 2 x 58W		1160	0	1160
Planta 2ª			0	0	0
Nave Viscosa/Prensas	5 proy. 1 x 250W v.merc.	1250	0	0	1250
	+2 fl. 2 x 160W	640	0	0	640
	+8 fl. 2 x 58W		928	0	928
Nave Viscosa/Sala maduración	1 fl. 2 x 160W	320	0	0	320
	+24 fl. 2 x 58W		2784	0	2784
	+3 fl. 1 x 58W		174	0	174
	+1 fl. 2 x 36W		0	72	72



	+1 fl. 2 x 20W	40	0	0	40
Nave Viscosa/Sala Simplex	1 fl. 2 x 160W	320	0	0	320
<u>Sala</u>	-	<u>Potencia instalada de no fluorescentes</u>	<u>Potencia instalada de 58 W</u>	<u>Potencia instalada de 36 W</u>	<u>Potencia total por sala</u>
	+10 fl. 2 x 58W		1160	0	1160
Nave Viscosa/Sala Simplex sobreplanta	10 fl. 2 x 58W		1160	0	1160
			0	0	0
Zona húmeda	23 fl. 2 x 58W		3248	0	3248
	+19 fl. 2 x 36W		0	1368	1368
	+10 fl. 1 x 36W		0	360	360
Torre	3 fl. 2 x 58W		348	0	348
	+1 f. 1 x 58W		58	0	58
	+1 fl. 2 x 36W		0	72	72
	+ 7 fl. 1 x 36W		0	252	252
Lavador gases	2 proy. 1 x 250W	500	0	0	500
	+3 fl. 2 x 58W		348	0	348
Planta 3ª			0	0	0
Torre	22 fl. 1 x 36W		0	792	792
Planta 4ª			0	0	0
Torre	3 fl. 2 x 58W		348	0	348
	+7 fl. 1 x 58W		406	0	406
	+3 fl. 2 x 36W		0	216	216
	+6 fl. 1 x 36W		0	216	216
Planta 5ª			0	0	0
Torre	4 fl. 2 x 58W		464	0	464
	+1 fl. 2 x 36W		0	72	72
	+2 fl. 1 x 36W		0	72	72
C) Edificio de Viscosa			0	0	0
· Planta +0,10			0	0	0
			0	0	0
o Sala de Viscosa	12 fl. 2 x 58W		1392	0	1392
o Sala de Disolvers	6 fl. 2 x 58W		696	0	696
	+ 6 incand. 1 x 100W	600	0	0	600
Planta +2,80			0	0	0
Sala de Sosa	11 fl. 2 x 58W		1276	0	1276
Sala de filtros de Prensas	15 fl. 2 x 58W		1740	0	1740
Sala de Disolvers	8 fl. 2 x 58W		928	0	928
Planta +6,72			0	0	0
Sala de Prensas	13 fl. 2 x 58W		1508	0	1508



Sala de Maduración	15 fl. 2 x 58W		1740	0	1740
Sala eléctrica	6 fl. 2 x 36W		0	432	432
	+ 2 fl. 2 x 36W		0	144	144
<u>Sala</u>	-	<u>Potencia instalada de no fluorescentes</u>	<u>Potencia instalada de 58 W</u>	<u>Potencia instalada de 36 W</u>	<u>Potencia total por sala</u>
Planta +9,12			0	0	0
Sala de Prensas	7 fl. 2 x 58W		812	0	812
	+ 2 incand. 1 x 200W	200	0	0	200
Sala de Maduración	7 fl. 2 x 58W		812	0	812
	+ 2 incand. 1 x 200W	200	0	0	200
D) Nave de Fabricación 2 - Celulosa			0	0	0
Planta baja			0	0	0
Sala Cubas Viscosa	16 fl. 2 x 58W		1856	0	1856
Pasillos Cubas Viscosa	24 fl. 2 x 58W		2784	0	2784
Presecado	24 fl. 2 x 58W		2784	0	2784
Pasillos Secaderos	65 fl. 2 x 58W		7540	0	7540
Final Secaderos	11 fl. 2 x 58W		1276	0	1276
Enrolladoras	6 fl. 1 x 36W		0	216	216
	+ 6 fl. 1 x 18W	108	0	0	108
o Pasillo final Enrolladoras	7 fl. 2 x 58W		812	0	812
o Carrusel	7 fl. 2 x 58W		812	0	812
Sala eléctrica 4	6 fl. 4 x 36W		0	864	864
Sala eléctrica 2	10 fl. 4 x 36W		0	1440	1440
Sala eléctrica 1	6 fl. 3 x 36W		0	648	648
Sala pinturas	6 fl. 2 x 58W		696	0	696
			0	0	0
· Planta 1ª			0	0	0
o Sala de Cubas Viscosa	28 fl. 2 x 58W		3248	0	3248
o Pasillos Cubas Viscosa	3 cubas x 42 fl. 2 x 36W		0	9072	9072
	+pasillos: 6 fl. 2 x 58W		696	0	696
o Final Cubas Viscosa	6 fl. 2 x 58W		696	0	696
o Vestuarios	10 fl. 3 x 36W		0	1080	1080
o Zona seca	6 proy.1 x 250W	1500	0	0	1500
	+ 5 fl. 2 x 58W		580	0	580
o Enrolladoras	16 fl. 2 x 58W		1856	0	1856
o Oficinas Enrolladoras	5 fl. 2 x 58W		580	0	580



o Sala Cartonaje	6 fl. 2 x 58W		696	0	696
o Almacén	24 fl. 2 x 58W		2784	0	2784
			0	0	0
<u>Sala</u>	-	<u>Potencia instalada de no fluorescentes</u>	<u>Potencia instalada de 58 W</u>	<u>Potencia instalada de 36 W</u>	<u>Potencia total por sala</u>
Planta 2ª			0	0	0
Pasillos Cubas	5 proy. 1 x 250W	1250	0	0	1250
Planta 3ª			0	0	0
Sala Control Torre	6 fl. 3 x 36W		0	648	648
	+ 4 fl. 4 x 36W		0	576	576
	+1 fl. 2 x 58W		116	0	116
Caldera Agua caliente	6 fl. 2 x 58W		696	0	696
	+ 4 fl. 2 x 36W		0	288	288
Planta 4ª			0	0	0
Poliéster	5 proy. 1 x 250W	1250	0	0	1250
D') Nave de Fabricación 2 - Torre			0	0	0
Planta baja	18 fl. 2 x 58W		2088	0	2088
Planta 1ª	27 fl. 2 x 58W		3132	0	3132
Planta 2ª	18 fl. 2 x 58W		2088	0	2088
Planta 3ª	24 fl. 2 x 58W		2784	0	2784
	+ 6 fl. 2 x 36W		0	432	432
<u>Planta 4ª</u>	<u>15 fl. 2 x 58W</u>		1740	0	1740
-	<u>+ 3 fl. 2 x 36W</u>		0	216	216
<u>Planta 5ª</u>	<u>15 fl. 2 x 58W</u>		1740	0	1740
<u>Planta 6ª</u>	<u>17 fl. 2 x 58W</u>		1972	0	1972
<u>D'') Nave de Fabricación 2 - Lavador de gases</u>	-		0	0	0
<u>Planta baja</u>	<u>8 fl. 2 x 58W</u>		928	0	928
<u>Planta 1ª</u>	<u>8 fl. 2 x 58W</u>		928	0	928
<u>E) Nave de Fabricación 3 - Colágeno</u>			0	0	0
Planta baja			0	0	0
Pasillo junto a Cámaras frigoríficas	8 fl. 2 x 58W		928	0	928
			0	0	0
Pasillos zona húmeda	74 fl. 2 x 58W		8584	0	8584
Pasillos Secaderos	88 fl. 2 x 58W		10208	0	10208
Pasillos Humidificadores	48 fl. 2 x 58W		5568	0	5568
Enrolladoras	16 fl. 2 x 58W		1856	0	1856
Sala de	6 fl. 2 x 58W		696	0	696
Planta 1ª			0	0	0



Cámara frigorífica 1	11 fl. 2 x 58W		1276	0	1276
Cámara frigorífica 2	11 fl. 2 x 58W		1276	0	1276
Sala Marlen	15 fl. 2 x 58W		1740	0	1740
<u>Sala</u>	-	<u>Potencia instalada de no fluorescentes</u>	<u>Potencia instalada de 58 W</u>	<u>Potencia instalada de 36 W</u>	<u>Potencia total por sala</u>
Secaderos	15 fl. 2 x 58W		1740	0	1740
Humidificadores	12 fl. 2 x 58W		1392	0	1392
Almacén	10 fl. 2 x 58W		1160	0	1160
Planta 2ª			0	0	0
Zona húmeda	14 fl. 2 x 58W		1624	0	1624
			0	0	0
<u>F) Cogeneración</u>			0	0	0
Planta baja			0	0	0
Generadores	8 proy. 1 x 400W	3200	0	0	3200
	+ 6 fl. 2 x 36W		0	432	432
	+ 2 proy. 1 x 150W	300	0	0	300
o Sala eléctrica	18 fl. 2 x 36W		0	1296	1296
o Sala de Control	9 fl. 3 x 36W		0	972	972
Planta 1ª			0	0	0
Pasarela	8 proy. 1 x 70W	490	0	0	490
(*) Denominación local desconocida: ver su localización en el plano de implantación facilitado.					
G) Alumbrado exterior			0	0	0
Torres de proyectores			0	0	0
Torre 1	7 proy. 1 x 1.000W.VSAP	7000	0	0	7000
Torre 2	4 proy. 1 x 1.000W.VSAP	4000	0	0	4000
Torre 3	4 proy. 1 x 1.000W.VSAP	4000	0	0	4000
Torre 4	7 proy. 1 x 1.000W.VSAP	7000	0	0	7000
Acceso a fábrica + portería	11 proy. 1 x 250W sodio	2750	0	0	2750
Contorno Nave 1 + Almacén Celulosa	36 proy. 1 x 250W sodio	9000	0	0	9000
Contorno Nave 2	11 proy. 1 x 250W sodio	2750	0	0	2750
	6 proy. 1 x 70W sodio	420	0	0	420



Contorno Nave 3	6 proy. 1 x 250W sodio	1500	0	0	1500
	4 proy. 1 x 70W sodio	280	0	0	280
<u>Sala</u>	-	<u>Potencia instalada de no fluorescentes</u>	<u>Potencia instalada de 58 W</u>	<u>Potencia instalada de 36 W</u>	<u>Potencia total por sala</u>
Cogeneración	6 proy. 1 x 70W sodio	420	0	0	420
Rack próximo	7 proy. 1 x 250W sodio	1750	0	0	1750
Rack lejano	13 proy. 1 x 250W sodio	3250	0	0	3250
Subestación eléctrica	4 proy. 1 x 250W sodio	1000	0	0	1000
Total		63404	185890	33372	292140

En el total de la fábrica hay una potencia instalada en tubos fluorescentes de 58W un total de 185.890 kW y de 36W hay 33.372W que en total suman 279.262 kW.

k. Normativa.

La realización del presente proyecto así como la ejecución del mismo, se realizará de acuerdo a lo especificado en las normas y reglamentos vigentes en el momento, que son:

- REGLAMENTO ELECTROTÉCNICO PARA BAJA TENSIÓN.
Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto de 2002.
- o REGLAMENTO SOBRE CONDICIONES TÉCNICAS Y GARANTÍAS DE SEGURIDAD EN CENTRALES ELÉCTRICAS, SUBESTACIONES Y CENTROS DE TRANSFORMACIÓN.
Real Decreto 3275/82, de 12 de noviembre de 1982.
- o NORMAS UNE Y RECOMENDACIONES UNESA QUE SEAN DE APLICACIÓN.
- o NORMAS PARTICULARES DE IBERDROLA.
- o NORMAS TECNOLÓGICAS DE LA EDIFICACIÓN, así como la NORMA TECNOLÓGICA PARA INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE PUESTA A TIERRA.
- o REGLAMENTO DE SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS EN ESTABLECIMIENTOS INDUSTRIALES.
Real Decreto 2267/2004 de 3 de Diciembre.



- o LEY 31/1995, de 8 de noviembre, DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES.

Cualquier otra normativa y reglamentación de obligado cumplimiento para este tipo de instalación.



3. ALUMBRADO.

a. Introducción.

A modo de introducción se va a describir brevemente la información más relevante que concierne al alumbrado artificial.

En primer lugar el alumbrado artificial es una manera de complementar la luz natural o de reemplazarla para que se puedan realizar actividades durante las horas del día en la que la luz diurna es insuficiente.

Hoy en día todas las instalaciones donde se realiza cualquier tipo de actividad laboral, docente, administrativa, deportiva o recreativa deben estar dotadas de la adecuada iluminación.

En el caso que concierne a este proyecto tratamos la iluminación en locales industriales. La iluminación es un factor clave dentro de una industria en cuanto a rendimientos, productividad, seguridad y consumos. De tal manera que al realizar modificaciones del alumbrado debemos asegurarnos que nada de lo anteriormente nombrado se vea afectado perjudicialmente.

Para la comprensión de este documento es conveniente estar familiarizado con una serie de términos y cálculos referentes a la iluminación artificial.

b. Conceptos luminotécnicos.

Flujo luminoso:

Definición: Cantidad de luz emitida por una fuente de luz en todas las direcciones. Símbolo (ϕ). Unidad de medida LUMEN (Lm).

Iluminación o Iluminancia:

Definición: Es el flujo luminoso por unidad de superficie. (Densidad de luz sobre una superficie dada). Símbolo E. Unidad de medida LUX ($\text{Lux} = \text{Lumen}/\text{m}^2$).

Ángulo sólido:

Definición: Volumen formado por la superficie lateral de un cono cuyo vértice coincide con el centro de una esfera de radio r, y cuya base se encuentra situada sobre la superficie de la esfera, si el radio es un metro y la superficie de la base del cono es un metro cuadrado, el ángulo sólido vale un estereoradián.

Intensidad luminosa:



Definición: parte del flujo emitido por una fuente luminosa en una dirección dada, por el ángulo sólido que lo contiene. Símbolo I. Unidad de medida CANDELA (cd).

Luminancia:

Definición: intensidad luminosa emitida en una dirección dada por una superficie luminosa o iluminada (efecto de “brillo” que una superficie produce en el ojo). Símbolo L. Unidad de medida candela por metro cuadrado (cd/m^2).

Rendimiento luminoso o eficiencia luminosa:

Definición: es la relación entre el flujo emitido por la fuente y la potencia empleada para obtener tal flujo, con ella se puede evaluar el ahorro de energía que pueda dar una lámpara con respecto a otra. Unidad de medida LUMEN WATIO (lm/W).

Temperatura del color:

Definición: Es la referencia para indicar el color de las fuentes luminosas (salvo aquellas que tenga por sí un color señalado). Unidad de medida: grados Kelvin (K).

Valores de referencia:

Cielo azul	10000 a 30000
Cielo nublado	7000
Luz solar al mediodía	5200
Luna	4100
<u>Lámparas fluorescentes:</u>	
Luz día	6500
Blanco frío	4200
Blanco neutro	4000
Blanco	3500
Blanco cálido	3000
Blanco cálido de lujo	2700
<u>Lámparas incandescentes:</u>	
Luz día 500 W	4000
Standard	2700 a 3200
Luz de una vela	1800
<u>Otras Lámparas:</u>	
Vapor de mercurio	4000 a 4500
Sodio a alta presión	2100
Sodio a baja presión	1800
Halogenuros metálicos	4800 a 6500



Reproducción cromática:

Definición: es la capacidad de una fuente de luz de reproducir los colores. Se expresa por un número comprendido entre 0 y 100. Una fuente de luz con $R_a=100$, muestra todos los colores correctamente. Cuanto menor es el índice, peor es la reproducción cromática. Para estimar la calidad de reproducción cromática de una fuente de luz, se establece la siguiente escala de valores:

$R_a < 50$	Rendimiento bajo
$50 < R_a < 80$	Rendimiento moderado
$80 < R_a < 90$	Rendimiento bueno
$90 < R_a < 100$	Rendimiento excelente

Factor de mantenimiento:

Definición: es la relación entre los valores de iluminancia que se pretenden mantener a lo largo de la vida de la instalación de alumbrado y los valores iniciales.

Factor de utilización:

Definición: es la relación entre el flujo útil procedente de las luminarias que llega a la calzada o superficie a iluminar y el flujo emitido por las lámparas instaladas en las luminarias.

Deslumbramiento molesto:

Definición: Es el índice que determina el deslumbramiento molesto procedente directamente de las luminarias. Se calcula gracias a la siguiente fórmula.

— —

L_b Es la iluminancia de fondo

L es la iluminancia de las paredes luminosas de cada luminaria en la dirección del ojo del observador

ω es el ángulo sólido (estereorradianes) de las partes luminosas de cada luminaria en el ojo del observador

p Es el índice de posición de Guth para cada luminaria individual que se refiere a su desplazamiento de la línea de visión.



c. Proceso y método.

El proceso de cálculo y método que se va a seguir en este estudio va a ser el siguiente:

- Obtención de información del estado inicial de la iluminación de la planta
 - Determinación del nivel de iluminación.
 - Determinación el tipo de iluminación.
 - Planteamiento y estimación del ahorro que se quiere obtener.
 - Búsqueda y determinación de las posibilidades que se quieren implementar
 - Determinación del factor de mantenimiento
 - Valoración y propuestas para casos singulares.
 - Calcular el índice local
 - Calcular el flujo a instalar
 - Calculo de las economías realizadas y tiempos de retorno.
- Obtención de información del estado inicial de la iluminación de la planta.

Para realizar este estudio se ha partido del estudio de optimización energética realizado por AF-INCEPAL, S.A. en 2007.

En este estudio más general AF-INCEPAL presentaba una serie de soluciones a diferentes cuestiones energéticas de la planta de Cáseda. De entre ellas el objeto de este proyecto se centra en la parte de la iluminación.

Para el cálculo de la eficiencia energética se ha realizado una lista con todas las luminarias instaladas en la planta ordenadas por locales y tipos de luminaria.

A partir de ella se han calculado las potencias instaladas por sala centrándose en el tipo de lámpara. De esta manera se ha puesto mayor énfasis en las lámparas fluorescentes de 58 y 36 Vatios que representan un 60.83% de la potencia total instalada en la planta como se muestra en la siguiente tabla.

Potencia instalada total	343416	100
Potencia no fluorescente	63404	18,46273907
Potencia fluorescente	219262	63,84734549
Almacén	60750	17,68991544

La tabla con la información referente a las potencias instaladas por sala y diferenciadas por tipo de luminaria se muestra en el apartado j de la introducción. A continuación se muestra la tabla con el número de fluorescentes de 58 y 36 W por sala, ya que va a ser un dato también necesario a la hora de realizar cálculos posteriores.



<u>Sala</u>	<u>Luminarias</u>	<u>Número de fluorescentes de 58 W</u>	<u>Número de fluorescentes de 36W</u>
<u>A) Almacén de Celulosa</u>			
Planta baja		0	0
o Almacén Celulosa	14 proy. 1 x 150W sodio	0	0
tPlanta 1ª		0	0
Almacén Prensas	50 fl. 2 x 58W	100	0
<u>B) Nave de Fabricación 1 - Celulosa</u>		0	0
Planta baja		0	0
Sosas	6 fl. 2 x 58W	12	0
Transportador Sosas	7 fl. 2 x 58W	14	0
Compresores NH ₃	5 fl. 2 x 58W	10	0
Piscina 4°C	6 fl. 2 x 58W	12	0
Molinos	2 fl. 2 x 58W	4	0
	+ 3 fl. 1 x 36W	0	3
Pasillos	8 fl. 2 x 58W	16	0
o Nave Viscosa	16 fl. 2 x 58W	38	0
	+ 6 fl. 1 x 58W	6	0
	+6 fl. 1 x 36W	0	6
	+4 fl. 2 x 15W	0	0
o Zona húmeda	49 fl. 2 x 58W	98	0
	+7 fl. 4 x 36W	0	28
	+8 fl. 2 x 36W	0	16
	+10 fl. 1 x 36W	0	10
	+1 fl. 1 x 18W	0	0
Presecado	18 fl. 2 x 58W	36	0
	+13 fl. 4 x 36W	0	52
	+2 fl. 2 x 36W	0	4
	+1 fl. 1 x 36W	0	1
	+4 fl. 2 x 18W	0	0
Pasillos Secadores	112 fl. 2 x 58W	224	0
Enrolladoras	3 fl. 2 x 58W	6	0
	+2 fl. 1 x 58W	2	0
	+8 fl. 4 x 36W	0	32
Lurgis	16 fl. 2 x 58W	32	0
	+2 fl. 2 x 36W	0	4
	+3 fl. 1 x 36W	0	3
Cristalizador	5 proy. 1 x 250W sodio	0	0
	+6 fl. 2 x 36W	0	12
(*)a)	6 fl. 2 x 58W	12	0
(*)b)	28 fl. 2 x 58W	56	0
(*)c)	10 fl. 2 x 58W	20	0



<u>Sala</u>	<u>Luminarias</u>	<u>Número de fluorescentes de 58 W</u>	<u>Número de fluorescentes de 36W</u>
Almacén Tripa	12 proy. 1 x 250W sodio	0	0
	+72 fl. 2 x 58W	144	0
	+8 fl. 2 x 36W	0	16
(*)d)	6 fl. 2 x 58W	12	0
(*)e)	4 fl. 2 x 58W	8	0
	+7 pl. 2 x 11W	0	0
Sala Plisado	85 fl. 3 x 58W	255	0
	+13 fl. 2 x 58W	26	0
Taller Plisado 1	11 fl. 2 x 58W	22	0
	+12 fl. 1 x 58W	12	0
	+1 fl. 3 x 36W	0	3
	+2 fl. 2 x 36W	0	4
Taller Plisado 2	18 fl. 2 x 58W	36	0
Planta 1ª		0	0
Nave Viscosa	42 fl. 2 x 58W	84	0
	+9 fl. 2 x 36W	0	18
	+4 fl. 1 x 36W	0	4
	+1 fl. 2 x 15W	0	0
Plataforma Visolvers	12 fl. 2 x 58W	24	0
o Zona húmeda	13 fl. 2 x 58W	26	0
	+119 fl. 2 x 36W	0	38
	+3 fl. 1 x 36W	0	3
o Secaderos	11 fl. 2 x 58W	22	0
Enrolladoras	6 fl. 2 x 58W	12	0
	+14 fl. 4 x 36W	0	56
Lurgis	5 proy. 250W sodio	0	0
	+5 fl. 2 x 58W	10	0
	+1 fl. 1 x 58W	1	0
	+2 fl. 1 x 36W	0	2
Laboratorio Colágeno	11 fl. 2 x 58W	22	0
(*).....f)	9 fl. 2 x 58W	18	0
(*).....g)	6 fl. 2 x 58W	12	0
(*).....h)	10 fl. 2 x 58W	20	0
Planta 2ª		0	0
Nave Viscosa/Prensas	5 proy. 1 x 250W v.merc.	0	0
	+2 fl. 2 x 160W	0	0
	+8 fl. 2 x 58W	16	0
Nave Viscosa/Sala maduración	1 fl. 2 x 160W	0	0
	+24 fl. 2 x 58W	48	0
	+3 fl. 1 x 58W	3	0
	+1 fl. 2 x 36W	0	2



<u>Sala</u>	<u>Luminarias</u>	<u>Número de fluorescentes de 58 W</u>	<u>Número de fluorescentes de 36W</u>
	+1 fl. 2 x 20W	0	0
Nave Viscosa/Sala Simplex	1 fl. 2 x 160W	0	0
	+10 fl. 2 x 58W	20	0
Nave Viscosa/Sala Simplex sobreplanta	10 fl. 2 x 58W	20	0
		0	0
Zona húmeda	23 fl. 2 x 58W	56	0
	+19 fl. 2 x 36W	0	38
	+10 fl. 1 x 36W	0	10
Torre	3 fl. 2 x 58W	6	0
	+1 f. 1 x 58W	1	0
	+1 fl. 2 x 36W	0	2
	+ 7 fl. 1 x 36W	0	7
Lavador gases	2 proy. 1 x 250W	0	0
	+3 fl. 2 x 58W	6	0
Planta 3ª		0	0
Torre	22 fl. 1 x 36W	0	22
Planta 4ª		0	0
Torre	3 fl. 2 x 58W	6	0
	+7 fl. 1 x 58W	7	0
	+3 fl. 2 x 36W	0	6
	+6 fl. 1 x 36W	0	6
Planta 5ª		0	0
Torre	4 fl. 2 x 58W	8	0
	+1 fl. 2 x 36W	0	2
	+2 fl. 1 x 36W	0	2
C) Edificio de Viscosa		0	0
· Planta +0,10		0	0
		0	0
o Sala de Viscosa	12 fl. 2 x 58W	24	0
o Sala de Disolvers	6 fl. 2 x 58W	12	0
	+ 6 incand. 1 x 100W	0	0
Planta +2,80		0	0
Sala de Sosa	11 fl. 2 x 58W	22	0
Sala de filtros de Prensas	15 fl. 2 x 58W	30	0
Sala de Disolvers	8 fl. 2 x 58W	16	0
Planta +6,72		0	0
Sala de Prensas	13 fl. 2 x 58W	26	0
Sala de Maduración	15 fl. 2 x 58W	30	0
Sala eléctrica	6 fl. 2 x 36W	0	12
	+ 2 fl. 2 x 36W	0	4



<u>Sala</u>	<u>Luminarias</u>	<u>Número de fluorescentes de 58 W</u>	<u>Número de fluorescentes de 36W</u>
Planta +9,12		0	0
Sala de Prensas	7 fl. 2 x 58W	14	0
	+ 2 incand. 1 x 100W	0	0
Sala de Maduración	7 fl. 2 x 58W	14	0
	+ 2 incand. 1 x 100W	0	0
D) Nave de Fabricación 2 - Celulosa		0	0
Planta baja		0	0
Sala Cubas Viscosa	16 fl. 2 x 58W	32	0
Pasillos Cubas Viscosa	24 fl. 2 x 58W	48	0
Presecado	24 fl. 2 x 58W	48	0
Pasillos Secaderos	65 fl. 2 x 58W	130	0
Final Secaderos	11 fl. 2 x 58W	22	0
Enrolladoras	6 fl. 1 x 36W	0	6
	+ 6 fl. 1 x 18W	0	0
o Pasillo final Enrolladoras	7 fl. 2 x 58W	14	0
o Carrusel	7 fl. 2 x 58W	14	0
Sala eléctrica 4	6 fl. 4 x 36W	0	24
Sala eléctrica 2	10 fl. 4 x 36W	0	40
Sala eléctrica 1	6 fl. 3 x 36W	0	18
Sala pinturas	6 fl. 2 x 58W	12	0
		0	0
Planta 1ª		0	0
o Sala de Cubas Viscosa	28 fl. 2 x 58W	56	0
o Pasillos Cubas Viscosa	3 cubas x 42 fl. 2 x 36W	0	252
	+pasillos: 6 fl. 2 x 58W	12	0
o Final Cubas Viscosa	6 fl. 2 x 58W	12	0
o Vestuarios	10 fl. 3 x 36W	0	30
o Zona seca	6 proy. 1 x 250W	0	0
	+ 5 fl. 2 x 58W	10	0
o Enrolladoras	16 fl. 2 x 58W	32	0
o Oficinas Enrolladoras	5 fl. 2 x 58W	10	0
o Sala Cartonaje	6 fl. 2 x 58W	12	0
o Almacén	24 fl. 2 x 58W	48	0
		0	0
Planta 2ª		0	0
Pasillos Cubas	5 proy. 1 x 250W	0	0
Planta 3ª		0	0
Sala Control Torre	6 fl. 3 x 36W	0	18
	+ 4 fl. 4 x 36W	0	16
	+1 fl. 2 x 58W	2	0



<u>Sala</u>	<u>Luminarias</u>	<u>Número de fluorescentes de 58 W</u>	<u>Número de fluorescentes de 36W</u>
Caldera Agua caliente	6 fl. 2 x 58W	12	0
	+ 4 fl. 2 x 36W	0	8
Planta 4ª		0	0
Poliéster	5 proy. 1 x 250W	0	0
D') Nave de Fabricación 2 - Torre		0	0
Planta baja	18 fl. 2 x 58W	36	0
Planta 1ª	27 fl. 2 x 58W	54	0
Planta 2ª	18 fl. 2 x 58W	36	0
Planta 3ª	24 fl. 2 x 58W	48	0
	+ 6 fl. 2 x 36W	0	6
<u>Planta 4ª</u>	<u>15 fl. 2 x 58W</u>	30	
	<u>+ 3 fl. 2 x 36W</u>		6
<u>Planta 5ª</u>	<u>15 fl. 2 x 58W</u>	30	
<u>Planta 6ª</u>	<u>17 fl. 2 x 58W</u>	34	
<u>D'') Nave de Fabricación 2 – Lavador de gases</u>			
<u>Planta baja</u>	<u>8 fl. 2 x 58W</u>	16	
<u>Planta 1ª</u>	<u>8 fl. 2 x 58W</u>	16	
<u>E) Nave de Fabricación 3 - Colágeno</u>		0	0
Planta baja		0	0
Pasillo junto a Cámaras frigoríficas	8 fl. 2 x 58W	16	0
		0	0
Pasillos zona húmeda	74 fl. 2 x 58W	148	0
Pasillos Secaderos	88 fl. 2 x 58W	176	0
Pasillos Humidificadores	48 fl. 2 x 58W	96	0
Enrolladoras	16 fl. 2 x 58W	32	0
Sala de	6 fl. 2 x 58W	12	0
Planta 1ª		0	0
Cámara frigorífica 1	11 fl. 2 x 58W	22	0
Cámara frigorífica 2	11 fl. 2 x 58W	22	0
Sala Marlen	15 fl. 2 x 58W	30	0
Secaderos	15 fl. 2 x 58W	30	0
Humidificadores	12 fl. 2 x 58W	24	0
Almacén	10 fl. 2 x 58W	20	0
Planta 2ª		0	0
Zona húmeda	14 fl. 2 x 58W	28	0
		0	0
<u>F) Cogeneración</u>		0	0
Planta baja		0	0



<u>Sala</u>	<u>Luminarias</u>	<u>Número de fluorescentes de 58 W</u>	<u>Número de fluorescentes de 36W</u>
Generadores	8 proy. 1 x 400W	0	0
	+ 6 fl. 2 x 36W	0	12
	+ 2 proy. 1 x 150W	0	0
o Sala eléctrica	18 fl. 2 x 36W	0	36
o Sala de Control	9 fl. 3 x 36W	0	27
Planta 1ª		0	0
Pasarela	8 proy. 1 x 70W	0	0
(*) Denominación local desconocida: ver su localización en el plano de implantación facilitado.		0	0
G) Alumbrado exterior		0	0
Torres de proyectores		0	0
Torre 1	7 proy. 1 x 1.000W.VSAP	0	0
Torre 2	4 proy. 1 x 1.000W.VSAP	0	0
Torre 3	4 proy. 1 x 1.000W.VSAP	0	0
Torre 4	7 proy. 1 x 1.000W.VSAP	0	0
Acceso a fábrica + portería	11 proy. 1 x 250W sodio	0	0
Contorno Nave 1 + Almacén Celulosa	36 proy. 1 x 250W sodio	0	0
Contorno Nave 2	11 proy. 1 x 250W sodio	0	0
	6 proy. 1 x 70W sodio	0	0
Contorno Nave 3	6 proy. 1 x 250W sodio	0	0
	4 proy. 1 x 70W sodio	0	0
Cogeneración	6 proy. 1 x 70W sodio	0	0
Rack próximo	7 proy. 1 x 250W sodio	0	0
Rack lejano	13 proy. 1 x 250W sodio	0	0
Subestación eléctrica	4 proy. 1 x 250W sodio	0	0
Total		2074	915

- Determinación del nivel de iluminación.

Para permitir que las personas realicen tareas visuales de modo eficiente y preciso, debería preverse una iluminación adecuada y apropiada. La norma UNE EN 12464-1 de Iluminación de los lugares de trabajo recoge una serie de requisitos que satisfacen las prestaciones visuales de un entorno de trabajo.

En la siguiente tabla se muestran algunos de los valores más importantes a tener en cuenta en este tipo de estudios:



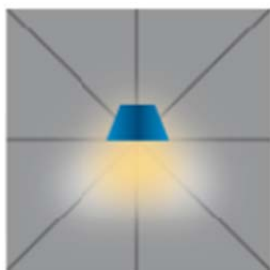
Tipo de interior, tarea y actividad	Em (Lux)	UGR	Ra
Puestos de trabajo y zonas en:	200	25	80
- fábricas de cerveza, malta			
- para lavado, llenado de barriles, limpieza, tamizado, descascarado			
- cocción en fábricas de conservas y chocolates			
- puestos de trabajo y zonas en azucareras			
- para secar y fermentar el tabaco en rama, cueva de fermentación			
Clasificación y lavado de productos: molienda, mezclado, envasado	300	25	80
Puestos de trabajo y zonas críticas en mataderos, carnicerías, molinos de queserías, o zonas de filtrado en refinerías de azúcar. Corte y clasificación de frutas y vegetales	500	25	80
Fabricación de alimentos de delicatessen, trabajo en cocinas, fabricación de puros y cigarrillos	300	22	80
Inspección de vidrios y botellas, control de productos, desbarbadura, clasificación, decoración	500	22	80
Laboratorios	500	19	80
Inspección de colores	1000	16	90
Centrales de energía eléctrica			
Planta de suministro de combustible	50		20
alojamiento caldera	100	28	40
salas de maquinas	200	25	80
salas laterales, por ejemplo salas de bombas, salas de condensadores, etc.; cuadros de control (dentro de edificios)	200	25	60
Salas de control	500	16	80
Aparatos de conmutación exterior	20		20
Oficinas			
Archivo, copias, etc.	300	19	80
Escritura, escritura a máquina, lectura, tratamiento de datos	500	19	80

Dibujo técnico	750	16	80
Puestos de trabajo de CAD	500	19	80
Salas de conferencias y reuniones	500	19	80
Mostrador de recepción	300	22	80
Archivos	200	25	80

- Determinación del tipo de iluminación.

Se puede clasificar los tipos de iluminación según la distribución luminosa que tengan de esta forma tendríamos seis grupos de luminarias: directa, semi-directa, general difusa, directa-indirecta, semi-indirecta e indirecta.

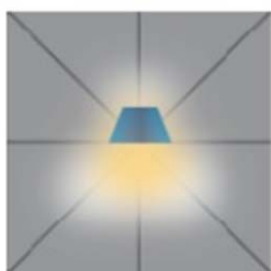
Directa:



Apropiada para la obtener buenos rendimientos de iluminación sobre el plano útil del puesto de trabajo. Deja en sombra las partes superiores a la luminaria. El flujo se emite en un 90-100% hacia la zona inferior de la luminaria.

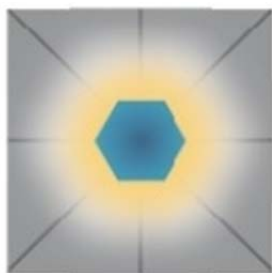
La iluminación directa se realiza por medio de reflectores que concentran el flujo en la zona útil del local.

Semidirecta



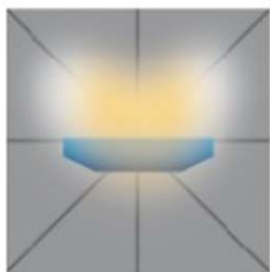
La iluminación semidirecta reparte los flujos de luz para que parte de ellos sean reflejados en el techo. No se aconseja el uso si la distancia entre la luminaria y el techo es muy grande. Con este tipo de alumbrado se logra que entre el 60% y el 90% del flujo sea directo sobre el plano inferior y entre el 10% ó 40% se dirija hacia el planos superior y sea reflejado.

Difusa



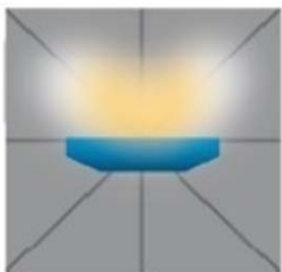
La iluminación difusa se basa en la reflectividad en las paredes y techos, desaparecen las sombras pero es aconsejable un color reflectante en paredes y techos. El flujo luminoso se reparte a partes iguales entre el plano superior y el plano inferior.

Semi-indirecta



Este tipo de luminarias hacen prevalecer los flujos reflejados, reduciendo las sombras. Como se ha mencionado antes se requieren paredes y techos de tonos claros y en ocasiones se requiere alumbrado adicional para las zonas de trabajo. Con este tipo de iluminación se reduce también la posibilidad de deslumbramiento molesto. Los flujos se reparten de tal manera que entre el 60-100% se dirige al plano superior y el 10-40% al inferior.

Indirecta



Con este modelo sucede lo mismo que con el anterior pero se acentúan las carencias antes mencionadas. Se necesita buena reflectancia y probablemente alumbrado auxiliar. Se reduce completamente la deslumbración y se eliminan las sombras. El 100% de los flujos luminosos va al plano superior.



Para definir bien el tipo de iluminación también es necesario conocer los tipos de lámparas.

Lámpara incandescente:

La lámpara incandescente es de fácil uso y existe en gran variedad de modelos y potencias en el mercado. Tiene un bajo rendimiento luminoso y una duración de vida media reducida. Sus usos más comunes son en alumbrado doméstico y señalización. Está perdiendo mucho mercado frente a las lámparas fluorescentes compactas y las lámparas LED.

Lámpara fluorescente:

Adecuada para cuando se requiere una alta temperatura de color, definida anteriormente en este documento, también cuando el nivel de iluminación necesario ha de sobrepasar los 200 lux. Por otro lado tienen mejor rendimiento y mayor vida útil que las lámparas incandescentes. La lámpara fluorescente presenta una amplísima gama de potencias y tamaños. El punto débil de este tipo de lámparas es la temperatura. Está diseñada para trabajar a una temperatura de 25°C, con variaciones de temperatura se ve afectado negativamente el flujo luminoso emitido.

Lámparas de descarga:

Se asocian a poderosas fuentes de gran potencia e impresionantes paquetes de flujo luminoso pero existe una gran variedad de lámparas de este tipo que comprenden un gran abanico de potencias. Su uso más común es el de alumbrado con grandes alturas. Destacan de entre estas lámparas las de vapor de mercurio y vapor de sodio.

Lámparas LED:

Son lámparas basadas en la tecnología LED, debido a que la intensidad luminosa de un LED no es muy alta se suelen disponer de varios a la vez en una misma lámpara, de manera que esta alcance. Su rendimiento luminoso es mayor que el de las lámparas incandescentes tomando valores de 40-50lm/W y también su vida útil es más larga. Se está fomentando su consumo ya que consumen menos energía eléctrica para producir la misma cantidad de luz.

- Determinación del factor de mantenimiento.



En toda instalación de alumbrado hay que tener en cuenta ciertos factores que afectan al rendimiento que son:

- La pérdida de flujo luminoso de la propia lámpara
- La pérdida de reflexión del reflector o de transmisión del difusor o refractor, motivada por la suciedad
- Pérdida de luz reflejada en las paredes.

Estos factores nos permiten o condiciones de mantenimiento nos permiten valorar metódicamente el factor de mantenimiento de una instalación. Gracias a lo anteriormente mencionado podemos diferenciar entre los siguientes casos.

Factor de mantenimiento bueno

Las luminarias se limpian con regularidad y las condiciones del local son buenas en lo referente al polvo y a la suciedad. Las luminarias se sustituyen antes de presentar un fallo crítico. Para este tipo de situaciones el factor de mantenimiento tomará valores entre 0,7 y 0,9.

Factor de mantenimiento medio

No existe una regularidad en la limpieza de las luminarias y el cambio de estas solo se realiza cuando el fallo es crítico. Las condiciones del local no son tan buenas como en el caso anterior. Los valores que tomara el factor de mantenimiento en este caso estarán entre 0,6 y 0,7.

Factor de mantenimiento malo.

El local presenta condiciones de suciedad y el mantenimiento de las instalaciones es deficiente. Este factor de mantenimiento malo toma valores comprendidos entre 0,5 y 0,6.

- Cálculos del índice del local.

Los locales a iluminar se clasifican según la relación que existe entre sus dimensiones, la altura de montaje, y el tipo de alumbrado. Es lo que denominamos índice local y nos sirve después, para determinar el factor de utilización. Se calcula de la siguiente forma:



Para iluminaciones directas, semidirectas y difusas, se utiliza:

Para iluminaciones indirectas y semiindirectas, se utiliza:

En ambas fórmulas:

A= ancho del local en metros.

L= longitud del local en metros.

h = altura de montaje en metros. Se considera la distancia que hay desde la luminaria hasta el plano útil o de trabajo situado a 0,85 metros sobre el suelo según la NTE.

La altura del local, H es la suma de la altura de suspensión de la luminaria C, más la altura de montaje h, y más el 0,85 metros al que está el plano de trabajo. Es decir:

Como H y C son datos previos de las instalaciones, la altura de montaje se calcula mediante la fórmula:

Con el de relación del local calculado, se calculará el índice del local, K con ayuda de la siguiente tabla:



Índice del local	Relación del local	
	Valor	Punto central
J	Menos de 0.7	0.60
I	0.7 a 0.9	0.80
H	0.9 a 1.12	1.00
G	1.12 a 1.38	1.25
F	1.38 a 1.75	1.50
E	1.75 a 2.25	2.00
D	2.25 a 2.75	2.50
C	2.75 a 3.50	3.00
B	3.50 a 4.50	4.00
A	Más de 4.50	5.00

- Determinación del factor de utilización.

El factor de utilización de un sistema de alumbrado es la relación que existe entre el flujo luminoso que llega al plano de trabajo y el flujo total que emiten las lámparas instaladas.

Este es un factor muy importante para el cálculo del alumbrado, a la vez que complejo y difícil de calcular, pues depende de una diversidad de factores como son: el valor adecuado del nivel de iluminación, el sistema de alumbrado, las luminarias, las dimensiones del local, la reflexión (techos, paredes y suelos) y el factor de mantenimiento.

En general, para su detección, existen valores tabulados según cada fabricante e incluso programas de ordenador. A continuación se expone una tabla con los valores del factor de utilización, en función de los tipos de luminaria más frecuentes, del índice del local y de la reflexión de techos y paredes:



Tipo de luminaria	Reflexión techo	75 %			50 %			30 %	
	Reflexión pared	50 %	30 %	10 %	50 %	30 %	10 %	30 %	10 %
	Índice local K	Factor o coeficiente de utilización, F_u							
Fluorescente empotrado	J	0.40	0.37	0.35	0.39	0.37	0.35	0.37	0.35
	I	0.48	0.46	0.45	0.47	0.45	0.44	0.44	0.43
	H	0.52	0.50	0.50	0.51	0.49	0.49	0.48	0.48
	G	0.55	0.54	0.53	0.54	0.53	0.51	0.51	0.50
	F	0.58	0.56	0.54	0.55	0.54	0.53	0.53	0.52
	E	0.60	0.59	0.59	0.59	0.58	0.56	0.57	0.55
	D	0.65	0.62	0.60	0.62	0.61	0.59	0.59	0.58
	C	0.66	0.64	0.61	0.64	0.62	0.61	0.61	0.60
	B	0.67	0.65	0.64	0.65	0.63	0.62	0.62	0.61
	A	0.68	0.66	0.65	0.66	0.65	0.63	0.64	0.62

Fluorescente descubierto	J	0.32	0.27	0.23	0.32	0.26	0.23	0.25	0.23
	I	0.40	0.35	0.61	0.39	0.34	0.30	0.34	0.30
	H	0.44	0.39	0.36	0.43	0.39	0.35	0.36	0.35
	G	0.48	0.43	0.40	0.46	0.42	0.39	0.41	0.39
	F	0.52	0.47	0.43	0.50	0.46	0.42	0.45	0.42
	E	0.57	0.52	0.48	0.55	0.51	0.47	0.50	0.46
	D	0.62	0.56	0.52	0.59	0.55	0.51	0.54	0.51
	C	0.65	0.59	0.54	0.62	0.57	0.54	0.56	0.53
	B	0.69	0.63	0.59	0.65	0.61	0.58	0.60	0.58

Luminaria industrial abierta	J	0.38	0.32	0.28	0.37	0.32	0.28	0.31	0.28
	I	0.47	0.52	0.39	0.46	0.41	0.38	0.40	0.37
	H	0.51	0.47	0.44	0.50	0.47	0.43	0.46	0.43
	G	0.55	0.51	0.48	0.54	0.51	0.47	0.50	0.47
	F	0.58	0.54	0.51	0.57	0.53	0.51	0.52	0.50
	E	0.63	0.60	0.57	0.62	0.59	0.56	0.58	0.55
	D	0.68	0.64	0.61	0.66	0.64	0.61	0.63	0.60
	C	0.70	0.67	0.63	0.68	0.65	0.63	0.64	0.62
	B	0.73	0.70	0.68	0.71	0.68	0.67	0.67	0.66
	A	0.74	0.72	0.70	0.72	0.70	0.68	0.69	0.67
Luminario directo con rejilla difusora	J	0.33	0.28	0.26	0.32	0.28	0.26	0.28	0.26
	I	0.39	0.36	0.34	0.39	0.35	0.34	0.35	0.34
	H	0.43	0.40	0.38	0.42	0.40	0.38	0.39	0.38
	G	0.46	0.43	0.41	0.45	0.43	0.41	0.42	0.41
	F	0.48	0.46	0.43	0.47	0.45	0.43	0.45	0.43
	E	0.52	0.50	0.47	0.51	0.49	0.47	0.48	0.47
	D	0.55	0.53	0.51	0.54	0.52	0.51	0.52	0.51
	C	0.57	0.55	0.52	0.56	0.53	0.52	0.53	0.52
	B	0.59	0.57	0.56	0.57	0.56	0.55	0.55	0.54
	A	0.60	0.58	0.56	0.59	0.57	0.56	0.56	0.55



Luminaria esférica de vidrio	J	0.24	0.19	0.16	0.22	0.18	0.15	0.16	0.14
	I	0.29	0.25	0.22	0.27	0.23	0.20	0.21	0.19
	H	0.33	0.28	0.26	0.30	0.26	0.24	0.24	0.21
	G	0.37	0.32	0.29	0.33	0.29	0.26	0.26	0.24
	F	0.40	0.36	0.31	0.36	0.32	0.29	0.29	0.26
	E	0.45	0.40	0.36	0.40	0.36	0.33	0.32	0.29
	D	0.48	0.43	0.39	0.43	0.39	0.36	0.34	0.33
	C	0.51	0.46	0.42	0.45	0.41	0.38	0.37	0.34
	B	0.55	0.50	0.47	0.49	0.45	0.42	0.40	0.38
	A	0.57	0.53	0.49	0.51	0.47	0.44	0.41	0.40
Luminaria reflector luz estrecho (in candescente o descarga)	J	0.43	0.40	0.39	0.42	0.40	0.39	0.40	0.38
	I	0.51	0.50	0.49	0.50	0.49	0.48	0.49	0.46
	H	0.55	0.54	0.53	0.54	0.53	0.52	0.53	0.52
	G	0.59	0.58	0.57	0.58	0.56	0.55	0.56	0.55
	F	0.61	0.60	0.58	0.59	0.58	0.58	0.58	0.57
	E	0.64	0.63	0.62	0.63	0.62	0.61	0.61	0.60
	D	0.68	0.65	0.64	0.66	0.65	0.64	0.64	0.63
	C	0.69	0.67	0.65	0.67	0.66	0.64	0.64	0.64
	B	0.70	0.68	0.67	0.68	0.67	0.66	0.66	0.65
	A	0.71	0.70	0.68	0.69	0.67	0.67	0.67	0.66
Luminaria reflector haz medio ancho (in candescente o descarga)	J	0.40	0.36	0.34	0.39	0.36	0.34	0.36	0.33
	I	0.48	0.45	0.43	0.47	0.44	0.43	0.44	0.42
	H	0.52	0.50	0.48	0.51	0.49	0.47	0.49	0.47
	G	0.55	0.53	0.52	0.55	0.52	0.51	0.52	0.51
	F	0.58	0.56	0.53	0.56	0.55	0.53	0.55	0.53
	E	0.62	0.60	0.58	0.61	0.59	0.57	0.58	0.57
	D	0.66	0.63	0.61	0.64	0.62	0.61	0.62	0.61
	C	0.67	0.65	0.62	0.66	0.64	0.62	0.63	0.62
	B	0.69	0.67	0.66	0.67	0.65	0.64	0.65	0.64
	A	0.70	0.68	0.67	0.69	0.67	0.65	0.66	0.62

El factor de reflexión, se define como la relación entre la luz reflejada por una superficie y la luz incidente sobre la misma, se expresa en tanto por ciento y es distinto para diferentes colores.

Para la luz blanca y para distintos colores y tonalidades existe la siguiente tabla empírica normalizada que da el valor de reflexión.



Color de paredes y techos	Factor de reflexión en %
Blanco	70 – 90
Beige claro	70 – 80
Amarillo y crema claro	60 – 75
Verde muy claro	60 – 75
Verde claro	70 – 80
Verde claro y roas	45 – 65
Azul claro	45 – 55
Gris claro	40 – 50
Rojo claro	30 – 50
Marrón claro	30 – 40
Beige oscuro	25 – 35
Marrón, verde, azul oscuros	5 – 20
Negro	3 – 4

- Cálculo del flujo a instalar.

El siguiente paso es calcular el flujo total a instalar, para ello se emplea la siguiente fórmula:

Flujo luminoso total.

Iluminancia media deseada.

Superficie del plano de trabajo.

Factor de utilización.

Factor de mantenimiento.

- Cálculo del número de luminarias.



Una vez calculado el flujo total ϕ_t , como conocemos el flujo que nos aporta cada luminaria ϕ_i (dato proporcionado por el fabricante), podemos calcular el número de luminarias a instalar mediante la siguiente fórmula:

Número de luminarias.
Flujo luminoso de cada lámpara.
Número de lámpara por luminaria.

- Distribución de las luminarias.

La distribución de las luminarias más normal, se obtiene colocando las luminarias de forma simétrica en filas y columnas, cuyo producto da el número total de luminarias instaladas. Es posible reajustar el número de luminarias por exceso o por defecto, por cuestiones de uniformidad.

En los locales de aseos, la separación para baños y duchas llega hasta el techo de la planta, y por tanto se han aumentado el número de luminarias para que todas las estancias estén iluminadas.

En el caso que concierne a este proyecto la distribución de las luminarias ya viene definida anteriormente y solo se recalculara la distribución de luminarias para el almacén ya que supone una mejora considerable.

- Planteamiento y estimación del ahorro que se quiere obtener.

En la planta, como ya se ha mencionado anteriormente, están instaladas un gran número de fluorescentes de 58 y 36 W. El objeto de este proyecto es reducir el consumo eléctrico producido por estas luminarias realizando un cambio de los tubos fluorescentes por tubos de tecnología LED. Como podemos ver en los resultados de la siguiente simulación la Em media tras realizar el cambio de fluorescentes. Se ha sustituido la luminaria Philips con el tubo TL-D58W que es el utilizado en la planta de Cáteda por un modelo similar con un tubo LED. Las potencias de los tubos LED que sustituyen a los tubos fluorescentes de 58W están en un rango de 25-30W por tanto el ahorro porcentual sobre la potencia instalada anterior va a estar alrededor de 50-60%.

Como caso excepcional está el almacén que supone un 17.7% aproximadamente del consumo total del alumbrado como se muestra en la tabla a continuación.



En este caso los ahorros serán mayores ya que la instalación está anticuada y se puede reducir el número de luminarias así como la potencia de éstas. Los cálculos al respecto se verán más adelante en este documento.

Por otro lado está prevista la instalación de dispositivos de regulación por detección de presencia. Este tipo de dispositivos reduce el consumo eléctrico por alumbrado alrededor de un 30% sobre el consumo anterior.

d. Alumbrado interior

En este apartado vamos a valorar independientemente los diferentes tipos de alumbrado interior.

i. Fluorescentes en planta.

- Justificación de las lámparas empleadas

En base a los anteriores datos y a través de la información obtenida vía personal de VISCOFAN inicialmente se propusieron dos opciones para la sustitución basadas en la calidad ofrecida por las siguientes empresas:

- Osram
- Philips

Dentro de estos dos fabricantes existen diferentes productos que se adecuan a las necesidades de la planta. Philips ofrece un mejor servicio de servicio técnico y asistencia y en la comparativa, entre los tubos que ya se habían instalado en la planta como recambio de los anteriores que se habían fundido, los tubos de Philips tienen una mayor vida útil.

Los tubos propuestos de la marca Philips son los siguientes:

Los tubos elegidos son de la gama Philips MASTER LEDtube que integran una fuente de luz LED con una capa mate diseñada como un tubo fluorescente tradicional. La nueva fuente de luz ofrece una luz natural consumiendo un 40% menos de energía. Así, si queremos sustituir un fluorescente TL-D 36W podremos hacerlo por un tubo LED de 19W con equipo electromagnético. La elevada vida del producto y el excelente mantenimiento del flujo minimizan el coste del cambio de lámpara reduciendo el coste de mantenimiento. La hoja de características de estos dos productos se encuentra en los anexos al proyecto.

A continuación se muestra una breve descripción de los fluorescentes que se van a utilizar:



MASTER LEDtube GA110 1500mm 24W 840 + Starter

Características:

Vida útil nominal: 40000hr

Código de color: 840

Índice de reproducción cromática: 83

Flujo luminoso: 2065 Lm

Potencia: 24W

Longitud: 1500mm



MASTER LEDtube GA110 1200mm 19W 840 + Starter

Características:

Vida útil nominal: 40000hr

Código de color: 840

Índice de reproducción cromática: 83

Flujo luminoso: 1650 Lm

Potencia: 24W

Longitud: 1500 mm



- Soluciones empleadas

<u>Sala</u>	<u>Número de fluorescentes</u>	<u>Modelo de fluorescentes</u>
<u>A) Almacén de Celulosa</u>		
Planta baja		
o Almacén Celulosa	0	
tPlanta 1ª	0	
Almacén Prensas	100	MASTER LEDtube GA110 1500mm 24W 840 + Starter
<u>B) Nave de Fabricación 1 - Celulosa</u>	0	
Planta baja	0	
Sosas	12	MASTER LEDtube GA110 1500mm 24W 840 + Starter
Transportador Sosas	14	MASTER LEDtube GA110 1500mm 24W 840 + Starter
Compresores NH ₃	10	MASTER LEDtube GA110 1500mm 24W 840 + Starter
Piscina 4°C	12	MASTER LEDtube GA110 1500mm 24W 840 + Starter
Molinos	4	MASTER LEDtube GA110 1500mm 24W 840 + Starter
	3	MASTER LEDtube GA110 1200mm 19W 840 + Starter
Pasillos	16	MASTER LEDtube GA110 1500mm 24W 840 + Starter
o Nave Viscosa	38	MASTER LEDtube GA110 1500mm 24W 840 + Starter
	6	MASTER LEDtube GA110 1500mm 24W 840 + Starter
	6	MASTER LEDtube GA110 1200mm 19W 840 + Starter
	0	
o Zona húmeda	98	MASTER LEDtube GA110 1500mm 24W 840 + Starter
	28	MASTER LEDtube GA110 1200mm 19W 840 + Starter
	16	MASTER LEDtube GA110 1200mm 19W 840 + Starter
	10	MASTER LEDtube GA110 1200mm 19W 840 + Starter
	0	



<u>Sala</u>	<u>Número de fluorescentes</u>	<u>Modelo de fluorescentes</u>
Presecado	36	MASTER LEDtube GA110 1500mm 24W 840 + Starter
	52	MASTER LEDtube GA110 1200mm 19W 840 + Starter
	4	MASTER LEDtube GA110 1200mm 19W 840 + Starter
	1	MASTER LEDtube GA110 1200mm 19W 840 + Starter
	0	
Pasillos Secadores	0	MASTER LEDtube GA110 1500mm 24W 840 + Starter
Enrolladoras	6	MASTER LEDtube GA110 1500mm 24W 840 + Starter
	2	MASTER LEDtube GA110 1500mm 24W 840 + Starter
	32	MASTER LEDtube GA110 1200mm 19W 840 + Starter
Lurgis	32	MASTER LEDtube GA110 1500mm 24W 840 + Starter
	4	MASTER LEDtube GA110 1200mm 19W 840 + Starter
	3	MASTER LEDtube GA110 1200mm 19W 840 + Starter
Cristalizador	0	
	12	MASTER LEDtube GA110 1200mm 19W 840 + Starter
(*)a)	12	MASTER LEDtube GA110 1500mm 24W 840 + Starter
(*)b)	56	MASTER LEDtube GA110 1500mm 24W 840 + Starter
(*)c)	20	MASTER LEDtube GA110 1500mm 24W 840 + Starter
Almacén Tripa	0	
	144	MASTER LEDtube GA110 1500mm 24W 840 + Starter
	16	MASTER LEDtube GA110 1200mm 19W 840 + Starter
(*)d)	12	MASTER LEDtube GA110 1500mm 24W 840 + Starter
(*)e)	8	MASTER LEDtube GA110 1500mm 24W 840 + Starter
	0	
Sala Plisado	255	MASTER LEDtube GA110 1500mm 24W 840 + Starter
	26	MASTER LEDtube GA110 1500mm 24W 840 + Starter
Taller Plisado 1	22	MASTER LEDtube GA110 1500mm 24W 840 + Starter
<u>Sala</u>	<u>Número de</u>	<u>Modelo de fluorescentes</u>



	<u>fluorescentes</u>	
	12	MASTER LEDtube GA110 1500mm 24W 840 + Starter
	3	MASTER LEDtube GA110 1200mm 19W 840 + Starter
	4	MASTER LEDtube GA110 1200mm 19W 840 + Starter
Taller Plisado 2	36	MASTER LEDtube GA110 1500mm 24W 840 + Starter
Planta 1ª	0	
Nave Viscosa	84	MASTER LEDtube GA110 1500mm 24W 840 + Starter
	18	MASTER LEDtube GA110 1200mm 19W 840 + Starter
	4	MASTER LEDtube GA110 1200mm 19W 840 + Starter
	0	
Plataforma Visolvers	24	MASTER LEDtube GA110 1500mm 24W 840 + Starter
o Zona húmeda	26	MASTER LEDtube GA110 1500mm 24W 840 + Starter
	38	MASTER LEDtube GA110 1200mm 19W 840 + Starter
	3	MASTER LEDtube GA110 1200mm 19W 840 + Starter
o Secaderos	0	MASTER LEDtube GA110 1500mm 24W 840 + Starter
Enrolladoras	12	MASTER LEDtube GA110 1500mm 24W 840 + Starter
	56	MASTER LEDtube GA110 1200mm 19W 840 + Starter
Lurgis	0	
	10	MASTER LEDtube GA110 1500mm 24W 840 + Starter
	1	MASTER LEDtube GA110 1500mm 24W 840 + Starter
	2	MASTER LEDtube GA110 1200mm 19W 840 + Starter
Laboratorio Colágeno	22	MASTER LEDtube GA110 1500mm 24W 840 + Starter
(*).....f)	18	MASTER LEDtube GA110 1500mm 24W 840 + Starter
(*).....g)	12	MASTER LEDtube GA110 1500mm 24W 840 + Starter
(*).....h)	20	MASTER LEDtube GA110 1500mm 24W 840 + Starter
Planta 2ª	0	
Nave Viscosa/Prensas	0	
	0	
<u>Sala</u>	<u>Número de</u>	<u>Modelo de fluorescentes</u>



	<u>fluorescentes</u>	
	16	MASTER LEDtube GA110 1500mm 24W 840 + Starter
Nave Viscosa/Sala maduración	0	
	48	MASTER LEDtube GA110 1500mm 24W 840 + Starter
	3	MASTER LEDtube GA110 1500mm 24W 840 + Starter
	2	MASTER LEDtube GA110 1200mm 19W 840 + Starter
	0	
Nave Viscosa/Sala Simplex	0	
	20	MASTER LEDtube GA110 1500mm 24W 840 + Starter
Nave Viscosa/Sala Simplex sobreplanta	20	MASTER LEDtube GA110 1500mm 24W 840 + Starter
	0	
Zona húmeda	56	MASTER LEDtube GA110 1500mm 24W 840 + Starter
	38	MASTER LEDtube GA110 1200mm 19W 840 + Starter
	10	MASTER LEDtube GA110 1200mm 19W 840 + Starter
Torre	6	MASTER LEDtube GA110 1500mm 24W 840 + Starter
	1	MASTER LEDtube GA110 1500mm 24W 840 + Starter
	2	MASTER LEDtube GA110 1200mm 19W 840 + Starter
	7	MASTER LEDtube GA110 1200mm 19W 840 + Starter
Lavador gases	0	
	6	MASTER LEDtube GA110 1500mm 24W 840 + Starter
Planta 3ª	0	
Torre	22	MASTER LEDtube GA110 1200mm 19W 840 + Starter
Planta 4ª	0	
Torre	6	MASTER LEDtube GA110 1500mm 24W 840 + Starter
	7	MASTER LEDtube GA110 1500mm 24W 840 + Starter
	6	MASTER LEDtube GA110 1200mm 19W 840 + Starter
	6	MASTER LEDtube GA110 1200mm 19W 840 + Starter
Planta 5ª	0	
<u>Sala</u>	<u>Número de</u>	<u>Modelo de fluorescentes</u>



	<u>fluorescentes</u>	
Torre	8	MASTER LEDtube GA110 1500mm 24W 840 + Starter
	2	MASTER LEDtube GA110 1200mm 19W 840 + Starter
	2	MASTER LEDtube GA110 1200mm 19W 840 + Starter
C) Edificio de Viscosa	0	
Planta +0,10	0	
	0	
o Sala de Viscosa	24	MASTER LEDtube GA110 1500mm 24W 840 + Starter
o Sala de Disolvers	12	MASTER LEDtube GA110 1500mm 24W 840 + Starter
	0	
Planta +2,80	0	
Sala de Sosa	22	MASTER LEDtube GA110 1500mm 24W 840 + Starter
Sala de filtros de Prensas	30	MASTER LEDtube GA110 1500mm 24W 840 + Starter
Sala de Disolvers	16	MASTER LEDtube GA110 1500mm 24W 840 + Starter
Planta +6,72	0	
Sala de Prensas	26	MASTER LEDtube GA110 1500mm 24W 840 + Starter
Sala de Maduración	30	MASTER LEDtube GA110 1500mm 24W 840 + Starter
Sala eléctrica	12	MASTER LEDtube GA110 1200mm 19W 840 + Starter
	4	MASTER LEDtube GA110 1200mm 19W 840 + Starter
Planta +9,12	0	
Sala de Prensas	14	MASTER LEDtube GA110 1500mm 24W 840 + Starter
	0	
Sala de Maduración	14	MASTER LEDtube GA110 1500mm 24W 840 + Starter
	0	
D) Nave de Fabricación 2 - Celulosa	0	
Planta baja	0	
Sala Cubas Viscosa	32	MASTER LEDtube GA110 1500mm 24W 840 + Starter
Pasillos Cubas Viscosa	48	MASTER LEDtube GA110 1500mm 24W 840 + Starter
<u>Sala</u>	<u>Número de fluorescentes</u>	<u>Modelo de fluorescentes</u>



Presecado	48	MASTER LEDtube GA110 1500mm 24W 840 + Starter
Pasillos Secaderos	0	MASTER LEDtube GA110 1500mm 24W 840 + Starter
Final Secaderos	0	MASTER LEDtube GA110 1500mm 24W 840 + Starter
Enrolladoras	6	MASTER LEDtube GA110 1200mm 19W 840 + Starter
	0	
o Pasillo final Enrolladoras	14	MASTER LEDtube GA110 1500mm 24W 840 + Starter
o Carrusel	14	MASTER LEDtube GA110 1500mm 24W 840 + Starter
Sala eléctrica 4	24	MASTER LEDtube GA110 1200mm 19W 840 + Starter
Sala eléctrica 2	40	MASTER LEDtube GA110 1200mm 19W 840 + Starter
Sala eléctrica 1	18	MASTER LEDtube GA110 1200mm 19W 840 + Starter
Sala pinturas	12	MASTER LEDtube GA110 1500mm 24W 840 + Starter
	0	
· Planta 1ª	0	
o Sala de Cubas Viscosa	56	MASTER LEDtube GA110 1500mm 24W 840 + Starter
o Pasillos Cubas Viscosa	252	MASTER LEDtube GA110 1200mm 19W 840 + Starter
	12	MASTER LEDtube GA110 1500mm 24W 840 + Starter
o Final Cubas Viscosa	12	MASTER LEDtube GA110 1500mm 24W 840 + Starter
o Vestuarios	30	MASTER LEDtube GA110 1200mm 19W 840 + Starter
o Zona seca	0	
	10	MASTER LEDtube GA110 1500mm 24W 840 + Starter
o Enrolladoras	32	MASTER LEDtube GA110 1500mm 24W 840 + Starter
o Oficinas Enrolladoras	10	MASTER LEDtube GA110 1500mm 24W 840 + Starter
o Sala Cartonaje	12	MASTER LEDtube GA110 1500mm 24W 840 + Starter
o Almacén	48	MASTER LEDtube GA110 1500mm 24W 840 + Starter
	0	
Planta 2ª	0	
Pasillos Cubas	0	
<u>Sala</u>	<u>Número de fluorescentes</u>	<u>Modelo de fluorescentes</u>



Planta 3ª	0	
Sala Control Torre	18	MASTER LEDtube GA110 1200mm 19W 840 + Starter
	16	MASTER LEDtube GA110 1200mm 19W 840 + Starter
	2	MASTER LEDtube GA110 1500mm 24W 840 + Starter
Caldera Agua caliente	12	MASTER LEDtube GA110 1500mm 24W 840 + Starter
	8	MASTER LEDtube GA110 1200mm 19W 840 + Starter
Planta 4ª	0	
Poliéster	0	
D') Nave de Fabricación 2 - Torre	0	
Planta baja	36	MASTER LEDtube GA110 1500mm 24W 840 + Starter
Planta 1ª	54	MASTER LEDtube GA110 1500mm 24W 840 + Starter
Planta 2ª	36	MASTER LEDtube GA110 1500mm 24W 840 + Starter
Planta 3ª	48	MASTER LEDtube GA110 1500mm 24W 840 + Starter
	6	MASTER LEDtube GA110 1200mm 19W 840 + Starter
<u>Planta 4ª</u>	30	MASTER LEDtube GA110 1500mm 24W 840 + Starter
-	6	MASTER LEDtube GA110 1200mm 19W 840 + Starter
<u>Planta 5ª</u>	30	MASTER LEDtube GA110 1500mm 24W 840 + Starter
<u>Planta 6ª</u>	34	MASTER LEDtube GA110 1500mm 24W 840 + Starter
<u>D'') Nave de Fabricación 2 - Lavador de gases</u>	0	
<u>Planta baja</u>	16	MASTER LEDtube GA110 1500mm 24W 840 + Starter
<u>Planta 1ª</u>	16	MASTER LEDtube GA110 1500mm 24W 840 + Starter
<u>E) Nave de Fabricación 3 - Colágeno</u>	0	
Planta baja	0	
Pasillo junto a Cámaras frigoríficas	16	MASTER LEDtube GA110 1500mm 24W 840 + Starter
	0	
<u>Sala</u>	<u>Número de fluorescentes</u>	<u>Modelo de fluorescentes</u>

Pasillos zona húmeda	148	MASTER LEDtube GA110 1500mm 24W 840 + Starter
Pasillos Secaderos	0	MASTER LEDtube GA110 1500mm 24W 840 + Starter
Pasillos Humidificadores	96	MASTER LEDtube GA110 1500mm 24W 840 + Starter
Enrolladoras	32	MASTER LEDtube GA110 1500mm 24W 840 + Starter
Sala de	12	MASTER LEDtube GA110 1500mm 24W 840 + Starter
Planta 1ª	0	
Cámara frigorífica 1	22	MASTER LEDtube GA110 1500mm 24W 840 + Starter
Cámara frigorífica 2	22	MASTER LEDtube GA110 1500mm 24W 840 + Starter
Sala Marlen	30	MASTER LEDtube GA110 1500mm 24W 840 + Starter
Secaderos	0	MASTER LEDtube GA110 1500mm 24W 840 + Starter
Humidificadores	24	MASTER LEDtube GA110 1500mm 24W 840 + Starter
Almacén	20	MASTER LEDtube GA110 1500mm 24W 840 + Starter
Planta 2ª	0	
Zona húmeda	28	MASTER LEDtube GA110 1500mm 24W 840 + Starter
	0	
F) Cogeneración	0	
Planta baja	0	
Generadores	0	
	12	MASTER LEDtube GA110 1200mm 19W 840 + Starter
	0	
o Sala eléctrica	36	MASTER LEDtube GA110 1200mm 19W 840 + Starter
o Sala de Control	27	MASTER LEDtube GA110 1200mm 19W 840 + Starter
Planta 1ª	0	
Pasarela	0	
(*) Denominación local desconocida: ver su localización en el plano de implantación facilitado.	0	
G) Alumbrado exterior	0	
Sala	Número de fluorescentes	Modelo de fluorescentes



Torres de proyectores	0	
Torre 1	0	
Torre 2	0	
Torre 3	0	
Torre 4	0	
Acceso a fábrica + portería	0	
Contorno Nave 1 + Almacén Celulosa	0	
Contorno Nave 2	0	
	0	
Contorno Nave 3	0	
	0	
Cogeneración	0	
Rack próximo	0	
Rack lejano	0	
Subestación eléctrica	0	
Total	3654	

- Representación de resultados lumínicos.

Se ha realizado una representación ficticia de una sala de reuniones para comprobar las cualidades luminosas de las nuevas lámparas. En la simulación se ha dejado que el programa realice primer una estimación automática para la sala. La sala tiene una extensión de 6 m. de largo por 4 m. de ancho y una altura de 2.80 m. Se le ha calculado un factor de mantenimiento de 0.8.



Los resultados de la primera simulación realizada con la lámpara Philips TL-D58W HFP, similar a la instalada en la planta, se muestran en la tabla.

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	787	234	1076	0.298
Suelo	20	272	20	674	0.075
Techo	70	160	97	221	0.606
Paredes (4)	50	247	16	1035	



Se observa que la iluminancia media está por encima de los 500 lx y cumple normativa. En los anexos de este proyecto se encontrará el documento completo con toda la información de la simulación.

Para la segunda simulación se ha utilizado una luminaria similar a la primera con lámparas MASTER LEDtube GA110 1500mm 24W 840 + Starter. La simulación se ha realizado en las mismas condiciones empleadas en el primer caso. La única modificación han sido las luminarias y los resultados se muestran en esta tabla.

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	637	141	883	0.222
Suelo	20	221	13	563	0.060
Techo	70	112	64	152	0.573
Paredes (4)	50	148	9.88	528	

En este caso también se cumple la normativa pero también vamos a fijarnos en la potencia total instalada y en el valor de eficiencia energética en los dos casos.

Caso 1

F (Luminaria) [lm]	F (Lámparas) [lm]	P [W]
Total: 22637	Total: 31440	330.0

Valor de eficiencia energética: $13.75 \text{ W/m}^2 = 1.75 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 24.00 m^2)

Caso 2

F (Luminaria) [lm]	F (Lámparas) [lm]	P [W]
Total: 16200	Total: 16200	165.0

Valor de eficiencia energética: $6.88 \text{ W/m}^2 = 1.08 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 24.00 m^2)

Se observa que los flujos luminosos totales por lámparas y luminarias son menores en el segundo caso como también lo es la potencia en más del 50%. Por otro lado las iluminancias medias, mínimas y máximas son similares y acordes a normativa en el plano de trabajo.



El valor de eficiencia energética de una instalación de iluminación de una zona determina la eficiencia energética de ésta. Este valor se obtiene mediante la siguiente expresión.

$$VEEI = P \times 100 / S \times E_m$$

Siendo:

P la potencia total instalada en lámparas más los equipos auxiliares [W];

S la superficie iluminada [m²];

E_m la iluminancia media horizontal mantenida [lux].

En el nuevo código técnico de la edificación se menciona en el apartado de Eficiencia energética en las instalaciones de iluminación una serie de valores límite del VEEI.

Grupo	Zonas de actividad diferenciada	VEEI límite
Zonas de no representación	Almacenes, archivos, salas técnicas y cocinas	5
	Zonas comunes	4,5
	aparcamientos	5
	administrativo en general	3,5
	aulas y laboratorios	4
	habitaciones de hospital	4,5
	sala de diagnóstico	3,4
	Espacios deportivos	5
	andenes de estaciones de transporte	3,5
	pabellones de exposición o ferias	3,5
	recintos interiores asimilables al grupo 1 no descritos en la lista anterior	4,5

En ambos casos se cumple holgadamente este requisito lo que nos permite deducir que no habrá mayores incidencias en el resto de locales de la planta. Por otro lado los casos especiales se estudiarán más adelante en este mismo documento. Es remarcable la mejora en el valor de eficiencia energética que se deduce del cambio de luminarias.

- Método de sustitución de tubos fluorescentes por LED

La conexión de estas lámparas requiere rehacer el cableado interior de la luminaria de modo que se elimine la acción de la reactancia y del cebador, enchufando directamente los dos cables de red eléctrica a ambos extremos del tubo.

A continuación se muestra en fotografías como se ha realizado el cambio de las lámparas fundidas en anteriores ocasiones en la nave tres de la planta.

Se desenchufa la luminaria del conjunto.



Se abre el equipo para proceder a la modificación del cableado de la manera que se explica más adelante.



A continuación se eliminan las reactancias y condensadores procediendo a realizar la conexión según el esquema explicado paso a paso tras las imágenes



PASO 1.-- Apagar el equipo, comprobando que no llegue corriente eléctrica. En la imagen a continuación observamos la disposición habitual de los fluorescentes convencionales. El equipo consta del fluorescente, la reactancia y un cebador que están situados en el interior de la luminaria.



PASO 2.- Quitar el tubo fluorescente, unir los dos cables que llegan a la reactancia en el mismo contacto y quitar el cebador (cortando uno de los cables del cebador lo anulamos totalmente).



PASO 3.- Conectar la FASE (cable marrón negro o gris) a un extremo del portatubos (2 patas metálicas) y el NEUTRO (cable azul) al otro extremo del portatubos (las dos patas metálicas del otro extremo del tubo). Se retira el cable del cebador y la reactancia.



PASO 4.- Encender y comprobar que el tubo LED se enciende correctamente.

- Ahorros y tiempo de retorno

Vamos a proceder a calcular los ahorros obtenidos de la sustitución de los tubos TL-D por los nuevos de tecnología LED.

Se ha realizado un cómputo total de potencia instalada en fluorescentes antiguos y nuevos de los que se extrae la siguiente tabla.

Datos	valores
Potencia instalada 58W	185890
potencia instalada 36W	33372
potencia total	219262
numero de fluorescentes de 58W	3205
numero de fluorescentes de 36W	915
potencia con nuevos fluorescentes de 24W(58W)	76920
potencia con nuevos fluorescentes de 19W(36W)	17385
potencia nueva total	94305



Se observa una reducción de la potencia instalada de 124525 W o lo que es lo mismo un 57% menos de potencia instalada.

A continuación se ha realizado una estimación de las horas de trabajo de cada una de las salas de la planta con el fin de calcular los costes económicos anuales de la instalación de iluminación anterior y los ahorros producidos por el cambio de lámparas a tecnología LED

Para la estimación se han utilizado los siguientes criterios.

- A- Salas necesarias al 100% (24/24).
- B- Alumbrado existente en permanencia de 10/24h.
- C- Alumbrado necesario 12/24.
- D- 50% alumbrado exterior funcionamiento 12/24h.

Se ha realizado una tabla con los criterios y las horas de funcionamiento al año.

<u>Sala</u>		<u>Criterio</u>	<u>Horas funcionamiento al año</u>
<u>Planta baja</u>			
o Almacén Celulosa	14 proy. 1 x 150W sodio	B	3650
<u>Planta 1ª</u>			0
Almacén Prensas	50 fl. 2 x 58W	B	3650
<u>B) Nave de Fabricación 1 - Celulosa</u>			
<u>Planta baja</u>			0
Sosas	6 fl. 2 x 58W	B	3650
Transportador Sosas	7 fl. 2 x 58W	B	3650
Compresores NH ₃	5 fl. 2 x 58W	B	3650
Piscina 4°C	6 fl. 2 x 58W	B	3650
Molinos	2 fl. 2 x 58W	B	3650
	+ 3 fl. 1 x 36W	B	3650
Pasillos	8 fl. 2 x 58W	B	3650
o Nave Viscosa	16 fl. 2 x 58W	A	8760
	+ 6 fl. 1 x 58W	A	8760
	+6 fl. 1 x 36W	A	8760



<u>Sala</u>		<u>Criterio</u>	<u>Horas funcionamiento al año</u>
	+4 fl. 2 x 15W	A	8760
o Zona húmeda	49 fl. 2 x 58W	A	8760
	+7 fl. 4 x 36W	A	8760
	+8 fl. 2 x 36W	A	8760
	+10 fl. 1 x 36W	A	8760
	+1 fl. 1 x 18W	A	8760
Presecado	18 fl. 2 x 58W	A	8760
	+13 fl. 4 x 36W	A	8760
	+2 fl. 2 x 36W	A	8760
	+1 fl. 1 x 36W	A	8760
	+4 fl. 2 x 18W	A	8760
Pasillos Secadores	112 fl. 2 x 58W	B	3650
Enrolladoras	3 fl. 2 x 58W	A	8760
	+2 fl. 1 x 58W	A	8760
	+8 fl. 4 x 36W	A	8760
Lurgis	16 fl. 2 x 58W	B	3650
	+2 fl. 2 x 36W	B	3650
	+3 fl. 1 x 36W	B	3650
Cristalizador	5 proy. 1 x 250W sodio	B	3650
	+6 fl. 2 x 36W	C	4380
(*)a)	6 fl. 2 x 58W	C	4380
(*)b)	28 fl. 2 x 58W	C	4380
(*)c)	10 fl. 2 x 58W	C	4380
Almacén Tripa	12 proy. 1 x 250W sodio	B	3650
	+72 fl. 2 x 58W	B	3650
	+8 fl. 2 x 36W	B	3650
(*)d)	6 fl. 2 x 58W	B	3650



<u>Sala</u>		<u>Criterio</u>	<u>Horas funcionamiento al año</u>
(*)e)	4 fl. 2 x 58W	B	3650
	+7 pl. 2 x 11W	B	3650
Sala Plisado	85 fl. 3 x 58W	A	8760
	+13 fl. 2 x 58W	A	8760
Taller Plisado 1	11 fl. 2 x 58W	C	4380
	+12 fl. 1 x 58W	C	4380
	+1 fl. 3 x 36W	C	4380
	+2 fl. 2 x 36W	C	4380
Taller Plisado 2	18 fl. 2 x 58W	C	4380
<u>Planta 1^a</u>			0
Nave Viscosa	42 fl. 2 x 58W	C	4380
	+9 fl. 2 x 36W	C	4380
	+4 fl. 1 x 36W	C	4380
	+1 fl. 2 x 15W	C	4380
Plataforma Visolvers	12 fl. 2 x 58W	B	3650
o Zona húmeda	13 fl. 2 x 58W	A	8760
	+119 fl. 2 x 36W	A	8760
	+3 fl. 1 x 36W	A	8760
o Secaderos	11 fl. 2 x 58W	A	8760
Enrolladoras	6 fl. 2 x 58W	A	8760
	+14 fl. 4 x 36W	A	8760
Lurgis	5 proy. 250W sodio	B	3650
	+5 fl. 2 x 58W	C	4380
	+1 fl. 1 x 58W	C	4380
	+2 fl. 1 x 36W	C	4380
Laboratorio Colágeno	11 fl. 2 x 58W	A	8760
(*).....f)	9 fl. 2 x 58W	B	3650
(*).....g)	6 fl. 2 x 58W	B	3650



<u>Sala</u>		<u>Criterio</u>	<u>Horas funcionamiento al año</u>
(*).....h)	10 fl. 2 x 58W	B	3650
<u>Planta 2^a</u>			0
Nave Viscosa/Prensas	5 proy. 1 <u>x</u> 250W v.merc.	B	3650
	+2 fl. 2 x 160W	B	3650
	+8 fl. 2 x 58W	B	3650
Nave Viscosa/Sala maduración	1 <u>fl.</u> 2 <u>x</u> 160W	B	3650
	+24 fl. 2 x 58W	B	3650
	+3 fl. 1 x 58W	B	3650
	+1 fl. 2 x 36W	B	3650
	+1 fl. 2 x 20W	B	3650
Nave Viscosa/Sala Simplex	1 <u>fl.</u> 2 <u>x</u> 160W	B	3650
	+10 fl. 2 x 58W	B	3650
Nave Viscosa/Sala Simplex sobreplanta	10 <u>fl.</u> 2 <u>x</u> 58W	B	3650
Zona húmeda	23 <u>fl.</u> 2 <u>x</u> 58W	A	8760
	+19 fl 2 x 36W	A	8760
	+10 fl 1 x 36W	A	8760
Torre	3 <u>fl.</u> 2 <u>x</u> 58W	A	8760
	+1 f. 1 x 58W	A	8760
	+1 fl. 2 x 36W	A	8760
	+ 7 fl. 1 x 36W	A	8760
Lavador gases	2 proy. 1 <u>x</u> 250W	B	3650
	+3 fl. 2 x 58W	B	3650
<u>Planta 3^a</u>			0
Torre	22 fl. 1 <u>x</u> 36W	C	4380
<u>Planta 4^a</u>			0
Torre	3 fl. 2 <u>x</u> 58W	C	4380



<u>Sala</u>		<u>Criterio</u>	<u>Horas funcionamiento al año</u>
	+7 fl. 1 x 58W	C	4380
	+3 fl. 2 x 36W	C	4380
	+6 fl. 1 x 36W	C	4380
<u>Planta 5ª</u>			0
Torre	4 fl. 2 x 58W	C	4380
	+1 fl. 2 x 36W	C	4380
	+2 fl. 1 x 36W	C	4380
<u>C) Edificio de Viscosa</u>			0
· <u>Planta +0,10</u>			0
o <u>Sala de Viscosa</u>	<u>12 fl. 2 x 58W</u>	A	8760
o <u>Sala de Disolvers</u>	<u>6 fl. 2 x 58W</u>	A	8760
	<u>+ 6 incand. 1 x 100W</u>	A	8760
<u>Planta +2,80</u>			0
<u>Sala de Sosa</u>	<u>11 fl. 2 x 58W</u>	B	3650
<u>Sala de filtros de Prensas</u>	<u>15 fl. 2 x 58W</u>	B	3650
<u>Sala de Disolvers</u>	<u>8 fl. 2 x 58W</u>	C	4380
<u>Planta +6,72</u>			0
<u>Sala de Prensas</u>	<u>13 fl. 2 x 58W</u>	C	4380
<u>Sala de Maduración</u>	<u>15 fl. 2 x 58W</u>	C	4380
<u>Sala eléctrica</u>	<u>6 fl. 2 x 36W</u>	C	4380
	<u>+ 2 fl. 2 x 36W</u>	C	4380
<u>Planta +9,12</u>			0
<u>Sala de Prensas</u>	<u>7 fl. 2 x 58W</u>	C	4380
	<u>+ 2 incand. 1 x 100W</u>	C	4380
<u>Sala de Maduración</u>	<u>7 fl. 2 x 58W</u>	C	4380
	<u>+ 2 incand. 1 x 100W</u>	C	4380
<u>D) Nave de Fabricación 2 - Celulosa</u>			



<u>Sala</u>		<u>Criterio</u>	<u>Horas funcionamiento al año</u>
<u>Planta baja</u>			0
<u>Sala Cubas Viscosa</u>	<u>16 fl. 2 x 58W</u>	A	8760
<u>Pasillos Cubas Viscosa</u>	<u>24 fl. 2 x 58W</u>	A	8760
<u>Presecado</u>	<u>24 fl. 2 x 58W</u>	A	8760
<u>Pasillos Secaderos</u>	<u>65 fl. 2 x 58W</u>	B	3650
<u>Final Secaderos</u>	<u>11 fl. 2 x 58W</u>	B	3650
<u>Enrolladoras</u>	<u>6 fl. 1 x 36W</u>	A	8760
	<u>+ 6 fl. 1 x 18W</u>	A	8760
o <u>Pasillo final Enrolladoras</u>	<u>7 fl. 2 x 58W</u>	A	8760
o <u>Carrusel</u>	<u>7 fl. 2 x 58W</u>	A	8760
<u>Sala eléctrica 4</u>	<u>6 fl. 4 x 36W</u>	C	4380
<u>Sala eléctrica 2</u>	<u>10 fl. 4 x 36W</u>	C	4380
<u>Sala eléctrica 1</u>	<u>6 fl. 3 x 36W</u>	C	4380
<u>Sala pinturas</u>	<u>6 fl. 2 x 58W</u>	C	4380
· <u>Planta 1ª</u>			0
o <u>Sala de Cubas Viscosa</u>	<u>28 fl. 2 x 58W</u>	A	8760
o <u>Pasillos Cubas Viscosa</u>	<u>3 cubas x 42 fl. 2 x 36W</u>	A	8760
	<u>+pasillos: 6 fl. 2 x 58W</u>	A	8760
o <u>Final Cubas Viscosa</u>	<u>6 fl. 2 x 58W</u>	A	8760
o <u>Vestuarios</u>	<u>10 fl. 3 x 36W</u>	A	8760
o <u>Zona seca</u>	<u>6 proy.1 x 250W</u>	A	8760
	<u>+ 5 fl. 2 x 58W</u>	A	8760
o <u>Enrolladoras</u>	<u>16 fl. 2 x 58W</u>	C	4380
o <u>Oficinas Enrolladoras</u>	<u>5 fl. 2 x 58W</u>	C	4380
o <u>Sala Cartonaje</u>	<u>6 fl. 2 x 58W</u>	C	4380
o <u>Almacén</u>	<u>24 fl. 2 x 58W</u>	C	4380



<u>Sala</u>		<u>Criterio</u>	<u>Horas funcionamiento al año</u>
			0
<u>Planta 2ª</u>			0
<u>Pasillos Cubas</u>	<u>5 proy. 1 x 250W</u>	A	8760
<u>Planta 3ª</u>			0
<u>Sala Control Torre</u>	<u>6 fl. 3 x 36W</u>	B	3650
	<u>+ 4 fl. 4 x 36W</u>	B	3650
	<u>+1 fl. 2 x 58W</u>	B	3650
<u>Caldera Agua caliente</u>	<u>6 fl. 2 x 58W</u>	B	3650
	<u>+ 4 fl. 2 x 36W</u>	B	3650
<u>Planta 4ª</u>			0
<u>Poliéster</u>	<u>5 proy. 1 x 250W</u>	B	3650
<u>D') Nave de Fabricación 2 - Torre</u>			
<u>Planta baja</u>	<u>18 fl. 2 x 58W</u>	A	8760
<u>Planta 1ª</u>	<u>27 fl. 2 x 58W</u>	A	8760
<u>Planta 2ª</u>	<u>18 fl. 2 x 58W</u>	A	8760
<u>Planta 3ª</u>	<u>24 fl. 2 x 58W</u>	A	8760
	<u>+ 6 fl. 2 x 36W</u>	A	8760
<u>Planta 4ª</u>	<u>15 fl. 2 x 58W</u>	B	3650
	<u>+ 3 fl. 2 x 36W</u>	B	3650
<u>Planta 5ª</u>	<u>15 fl. 2 x 58W</u>	B	3650
<u>Planta 6ª</u>	<u>17 fl. 2 x 58W</u>	B	3650
<u>D'') Nave de Fabricación 2 – Lavador de gases</u>			
<u>Planta baja</u>	<u>8 fl. 2 x 58W</u>	B	3650
<u>Planta 1ª</u>	<u>8 fl. 2 x 58W</u>	B	3650
<u>E) Nave de Fabricación 3 - Colágeno</u>			
<u>Planta baja</u>			0
<u>Pasillo junto a Cámaras frigoríficas</u>	<u>8 fl. 2 x 58W</u>	A	8760



<u>Sala</u>		<u>Criterio</u>	<u>Horas funcionamiento al año</u>
<u>Pasillos zona húmeda</u>	<u>74 fl. 2 x 58W</u>	A	8760
<u>Pasillos Secaderos</u>	<u>88 fl. 2 x 58W</u>	A	8760
<u>Pasillos Humidificadores</u>	<u>48 fl. 2 x 58W</u>	A	8760
<u>Enrolladoras</u>	<u>16 fl. 2 x 58W</u>	A	8760
<u>Sala de</u>	<u>6 fl. 2 x 58W</u>	B	3650
<u>Planta 1ª</u>			0
<u>Cámara frigorífica 1</u>	<u>11 fl. 2 x 58W</u>	B	3650
<u>Cámara frigorífica 2</u>	<u>11 fl. 2 x 58W</u>	B	3650
<u>Sala Marlen</u>	<u>15 fl. 2 x 58W</u>	B	3650
<u>Secaderos</u>	<u>15 fl. 2 x 58W</u>	B	3650
<u>Humidificadores</u>	<u>12 fl. 2 x 58W</u>	B	3650
<u>Almacén</u>	<u>10 fl. 2 x 58W</u>	B	3650
<u>Planta 2ª</u>			0
<u>Zona húmeda</u>	<u>14 fl. 2 x 58W</u>	B	3650
			0
<u>F) Cogeneración</u>			0
<u>Planta baja</u>			0
<u>Generadores</u>	<u>8 proy. 1 x 400W</u>		8760
	<u>+ 6 fl. 2 x 36W</u>		8760
	<u>+ 2 proy. 1 x 150W</u>		8760
o <u>Sala eléctrica</u>	<u>18 fl. 2 x 36W</u>		8760
o <u>Sala de Control</u>	<u>9 fl. 3 x 36W</u>		8760
<u>Planta 1ª</u>			0
<u>Pasarela</u>	<u>8 proy. 1 x 70W</u>		8760
<i>(*) Denominación local desconocida: ver su localización en el plano de implantación facilitado.</i>			
<u>G) Alumbrado exterior</u>			0
Torres de proyectores			0



<u>Sala</u>		<u>Criterio</u>	<u>Horas funcionamiento al año</u>
Torre 1	7 proy. 1 x 1.000W.VSAP	D	4380
Torre 2	4 proy. 1 x 1.000W.VSAP	D	4380
Torre 3	4 proy. 1 x 1.000W.VSAP	D	4380
Torre 4	7 proy. 1 x 1.000W.VSAP	D	4380
Acceso a fábrica + portería	11 proy. 1 x_250W sodio	D	4380
Contorno Nave 1 + Almacén Celulosa	36 proy. 1 x_250W sodio	D	4380
Contorno Nave 2	11 proy. 1 x_250W sodio	D	4380
	6 proy. 1 x_70W sodio	D	4380
Contorno Nave 3	6 proy. 1 x_250W sodio	D	4380
	4 proy. 1 x_70W sodio	D	4380
Cogeneración	6 proy. 1 x_70W sodio	D	4380
Rack próximo	7 proy. 1 x_250W sodio	D	4380
Rack lejano	13 proy. 1 x_250W sodio	D	4380
Subestación eléctrica	4 proy. 1 x_250W sodio	D	4380

Los ahorros y consumos de la planta se calcularán más adelante en el capítulo de ESTUDIO DE LA AMORTIZACION DEL CAMBIO DE LAMPARAS Y LUMINARIAS. Para realizar los cálculos posteriores es necesario conocer los datos de la tabla anterior.



ii. Almacén

- Justificación de caso particular

Como ya se ha mencionado anteriormente el almacén de expediciones adyacente a la nave uno es uno de los puntos conflictivos que se han estudiado con más atención. A continuación se va a describir brevemente el porqué de esta decisión

En primer lugar este almacén representa una gran parte del consumo de potencia en relación al total. Esto se debe a que la tecnología de las luminarias instaladas es relativamente antigua. Una de las condiciones que hacen de este local un caso particular es la altura de montaje de las luminarias ya que la altura máxima del local es de 13 metros y la altura de montaje es de 12,356 m. Para alumbrar este tipo de locales se utilizan luminarias específicas de mayor potencia que los fluorescentes o lámparas incandescentes.

Los techos altos llevan también asociado un alto coste de mantenimiento debido al difícil acceso y la dificultad de manejar herramientas en espacios reducidos. Se puede añadir también las interrupciones que esto produce sobre la productividad y el normal desarrollo de las actividades.

Una buena iluminación también redunda en una mayor seguridad que en este tipo de locales con trabajo y manipulación de producto en altura es de gran importancia.

Por último el tener un consumo eficiente en este tipo de locales tiene un beneficio en el medio ambiente ya que la reducción del consumo tiene como consecuencia la reducción de las emisiones de carbono.

- Detalle del almacén.

El almacén tiene una superficie de 2.640,4 m², en el punto más alto tiene una altura de 14 m y está dividido en dos salas con sus respectivos cuadros eléctricos.

En la sala de mayor tamaño hay 7 estanterías de 12 metros de alto y diferentes anchuras que forman 8 pasillos de aproximadamente 2 m de ancho.

En la segunda sala hay 6 estanterías que forman siete pasillos con las mismas características que en la otra sala pero de menor longitud. Se adjunta un plano de la disposición en el apartado de anexos.

En el almacén hay un total de 243 lámparas de descarga del siguiente modelo:

Proyector HADASA, Modelo: UG/AP5, Lámpara: SYLVANIA SHPT 250W

Sumando un total de potencia instalada de 60750 W. Para conocer mejor la situación se ha realizado una simulación con proyectores de estas características de la cual se arrojan los siguientes resultados:



Superficie	r [%]	Em [lx]	Emin [lx]	Emax [lx]	Emin / Em
Plano útil	/	163	12	281	0.076
Suelo	20	142	8.29	257	0.059
Techo	70	38	6.81	73	0.178
Paredes (20)	50	72	5.38	202	/

Se puede observar que la iluminancia media de la sala es muy baja y también hay que tener en cuenta que la simulación se ha realizado con condiciones muy favorables, suponiendo que las luminarias no tienen muchas horas de vida lo cual no es cierto para el caso real.

El valor de eficiencia energética para esta instalación es de $14.09 \text{ W/m}^2/100\text{lx}$ que dista mucho de ser un buen valor.

Un aspecto que llama la atención es el gran número de luminarias instaladas como más adelante veremos.

En base a los datos anteriormente enumerados se ha evaluado que el mayor problema de esta sala es debido a la antigüedad de los equipos instalados y que se requiere una mejora de estos. Aprovechando la coyuntura actual con el gran desarrollo de nuevas tecnologías se ha decidido realizar varias propuestas de iluminación para este almacén para que desde VISCOFAN se elija una de ellas y se implante.

A continuación se va a presentar una serie de propuestas basadas en el criterio de la mejora de la eficiencia energética del local, la reducción de costes y de emisiones de CO_2 .

- Propuesta 1

La primera propuesta que se va a formular para la mejora de eficiencia energética del almacén de expediciones se ha formulado tomando como valores principales de mejora el nivel luminoso, el consumo energético, los costes de instalación y mantenimiento, la reducción de equipos instalados y el ahorro económico.

En vista a estos factores se han realizado los cálculos y las simulaciones siguientes para determinar el número y tipo de luminarias recalando su disposición. Se han tenido en cuenta las exigencias legales de este tipo de locales e instalaciones.

La luminaria escogida para realizar la sustitución de la instalación es la siguiente:



Familia	INTERIOR - Campanas
Subfamilia	Cabana2
Tipo	
Subtipo 1	Alumbrado Auxiliar (Mazdamatic)
Subtipo 2	
EOC	89833700
Descripción	BY150P 1xHPI-P250W- BU+AUX K IC
UP	1
Potencia	274
Dcto 2013	Rosa
PVP 2013 Currency	388,00 €
PVP 2014	257,00 €

Cálculos

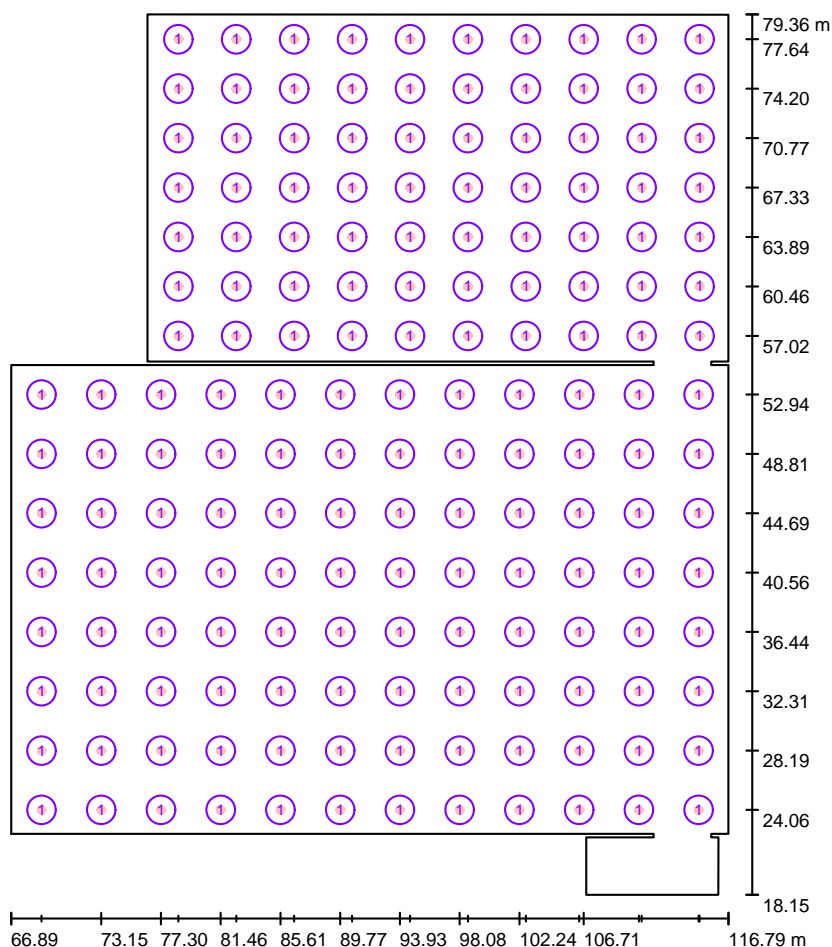
Se puede observar que la potencia unitaria de este tipo de luminarias es superior a la potencia unitaria instalada actualmente. El factor determinante para esta propuesta es el flujo luminoso emitido por este tipo de luminarias que es de 18000 lm, tres veces mayor que el de las lámparas anteriores. De esta manera se puede reducir el número de luminarias instaladas y por tanto la potencia total instalada. Se ha calculado una distribución óptima para los siguientes datos.

Sala	Flujo total	Flujo luminoso	Lámparas x	Luminarias	Nº Lumin	P. Lámpar	P. Total	Tipo de lámpara
------	-------------	----------------	------------	------------	----------	-----------	----------	-----------------



	luminoso	o lámpara	luminari a		arias	a		
Almacén sala 1	1270890,625	18000	1	70,60503472	71	274	19454	PHILIPS BY150P 1xHPI-P250W-BU P-WB +BY150G R +BY150Z GC (1.000)
Almacén sala 2	767348,4375	18000	1	42,63046875	43	274	11782	PHILIPS BY150P 1xHPI-P250W-BU P-WB +BY150G R +BY150Z GC (1.000)

El número total de luminarias para este caso es de 114 resultando una potencia total de 31236 W. La nueva disposición de luminarias viene condicionada por la geometría del local y las estanterías por tanto el número de luminarias teóricas nos sirve como referencia pero la distribución y el número de luminarias reales a instalar será superior. De esta manera se ha calculado y simulado siguiendo la siguiente distribución.





Los resultados obtenidos basados en los datos anteriormente enunciados se van a mostrar en la siguiente tabla. Estas tablas junto con información anteriormente mencionada contienen los datos exigidos para justificar el cumplimiento de la exigencia del CTE:

Los documentos del proyecto han de incluir la siguiente información:

a) relativa al edificio

- Potencia total instalada en el edificio en los conjuntos: lámpara más equipo auxiliar (PTOT).
- Superficie total iluminada del edificio (STOT).⁴⁵
- Potencia total instalada en el edificio en los conjuntos: lámpara más equipo auxiliar por unidad de superficie iluminada (PTOT/STOT).

b) relativo a cada zona

- el índice del local (K) utilizado en el cálculo;
- el número de puntos considerados en el proyecto;
- el factor de mantenimiento (Fm) previsto;
- la iluminancia media horizontal mantenida (Em) obtenida;
- el índice de deslumbramiento unificado (UGR) alcanzado;
- los índices de rendimiento de color (Ra) de las lámparas seleccionadas;
- el valor de eficiencia energética de la instalación (VEEI) resultante en el cálculo.
- las potencias de los conjuntos: lámpara más equipo auxiliar
- la eficiencia de las lámparas utilizadas, en términos de lum/W

2 Asimismo debe justificarse en la memoria del proyecto para cada zona el sistema de control y regulación que corresponda.

La siguiente tabla nos muestra los valores de reflectividad, iluminancia media, máxima y mínima y la relación entre ellas:

Superficie	r [%]	E _m [lx]	E _{min} [lx]	E _{max} [lx]	E _{min} / E _m
Plano útil	/	269	160	515	0.594
Suelo	20	236	25	445	0.105
Techo	70	90	20	154	0.227
Paredes (20)	50	175	16	545	/



Se observa que los valores medios de iluminancia cumplen la normativa para este tipo de locales y la relación entre la iluminancia mínima y la media es un poco baja debido a la geometría del local aportada por el plano. Se observa una gran mejoría en comparación con la misma tabla calculada para la instalación existente actualmente:

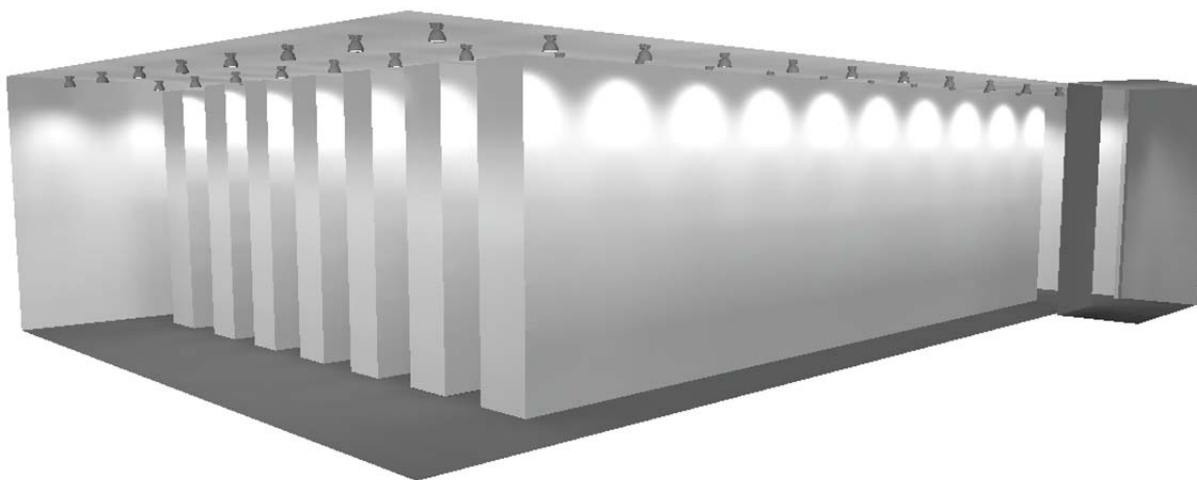
Superficie	r [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	163	12	281	0.076
Suelo	20	142	8.29	257	0.059
Techo	70	38	6.81	73	0.178
Paredes (20)	50	72	5.38	202	/

La mejora en términos de iluminación es evidente y esto se puede conseguir mejorando la eficiencia energética del local como se va a mostrar a continuación.

En la siguiente tabla se observan otros datos de gran importancia para el objetivo de este proyecto ya que ponen en relieve el flujo luminoso individual y total emitido y la potencia unitaria y total instalada en el almacén.

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	F (Luminaria) [lm]	F (Lámparas) [lm]	P [W]
1	166	PHILIPS BY150P 1xHPI-P250W-BU P-WB +BY150G R +BY150Z GC (1.000)	13320	18000	274.0
			Total: 2211120	Total: 2988000	45484.0

La potencia instalada total en la sala se ha reducido en un 25% y por el contrario el flujo luminoso total ha aumentado considerablemente respecto a lo anterior. El flujo total luminoso óptimo calculado teóricamente es de 2038239,0625 lm algo inferior al obtenido con en esta propuesta y por lo tanto se considera adecuada a los requisitos luminotécnicos del local.



Ahorros

Cálculos económicos que se deducen de la instalación actual

Número de luminarias	243	uds
Potencia unitaria anterior	250	W
Potencia instalada total antes	60,75	Kw
Consumo anual antes	532,170	Gw/h
Coste electricidad	0,09 €	Kw/h
Coste electricidad año	47.895,30 €	

Cálculos económicos y tiempo de retorno realizando la sustitución de la primera propuesta:

Número de luminarias propuesta 1	166	uds
Potencia unitaria	274	W
Potencia instalada nueva	45,484	KW
Consumo anual ahora	398,439	GW/h
Coste electricidad año p1	35.859,58	€/año
Ahorro económico	12.035,71	



	€	
Coste unitario luminaria	257 €	
Retorno de inversión	3,54 €	años
Coste electricidad	0,09 €	Kw/h
Coste total luminarias	42.662 €	

- Propuesta 2

En vista al escaso ahorro obtenido en la propuesta uno se decidió buscar otra solución con mejores perspectivas. Hoy en día con el desarrollo de la electrónica han aparecido numerosas aplicaciones de esta en la industria. Una de estas aplicaciones es la iluminación LED. Este tipo de iluminación se basa en los diodos LED y se caracteriza por su bajo consumo de potencia. Debido al auge que están teniendo ahora y a que este proyecto busca la máxima eficiencia energética se valoraron múltiples dispositivos LED para este local teniendo en cuenta las especificaciones descritas en el apartado anterior.

El foco LED que se ha seleccionado para esta propuesta es el siguiente:

Familia	INTERIOR - Campanas
Subfamilia	GentleSpace
Tipo	BY460P
Subtipo 1	Versión 2 módulos
EOC	05373600
Descripción	BY460P LED100S/740 PSD IP65 HRO GC SI
UP	1
Potencia	145W
Dcto 2013	Verde
PVP 2013 Currency	1.075,00 €
PVP 2014	645,00 €

Se dispone de más documentación en los anexos del proyecto donde está la hoja de características del producto e información complementaria.

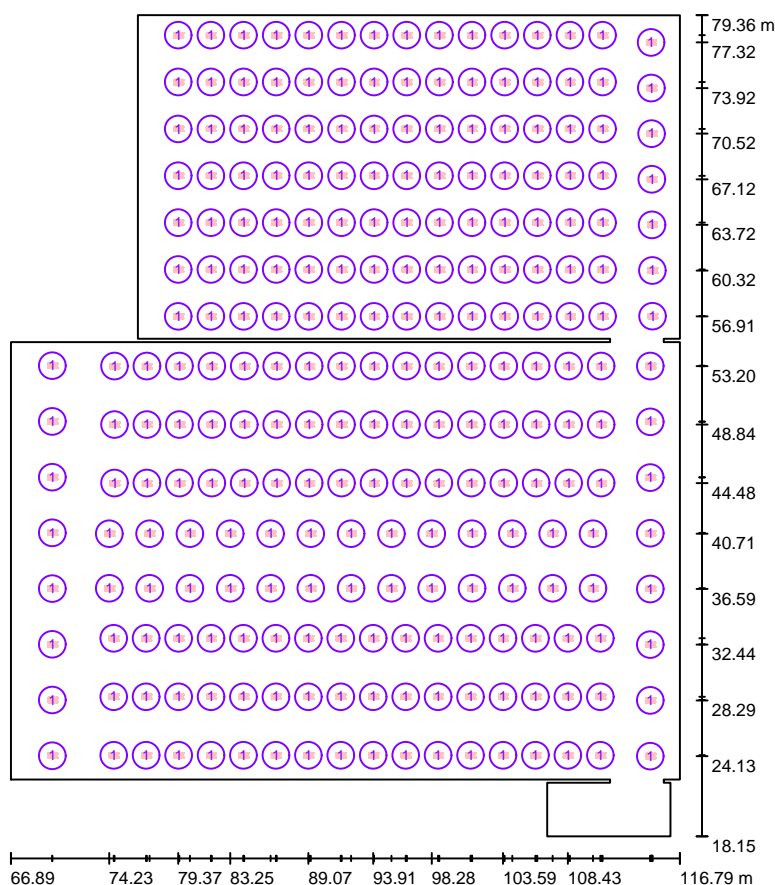


Para esta solución se ha pensado en sustituir todas las lámparas de descarga de sodio que hay en el almacén por focos LED. De esta manera se adquirirían 243 focos LED y se sustituirían por los focos actuales siguiendo la misma disposición.

La disposición de luminarias está documentada con un plano llamado “Plano propuesta 1 almacén” incluido en la sección de planos de este proyecto en versión CAD y PDF.

Cálculos

Los cálculos luminotécnicos realizados arrojan los siguientes resultados para la siguiente disposición de luminarias.



Los resultados de iluminancia media, máxima, mínima y sus relaciones se muestran en la siguiente tabla. Estos resultados están basados en la simulación realizada.

Superficie	r [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	424	180	704	0.425
Suelo	20	362	22	642	0.059
Techo	70	103	18	190	0.178



Paredes (20)	50	189	14	508	/
-----------------	----	-----	----	-----	---

Se observa que los niveles de iluminancia son más que aceptables, cumpliendo la normativa vigente (CTE) y muy superiores a los anteriormente instalados. La relación entre la iluminancia máxima y media arroja un valor que no se debe tener en cuenta ya que hay espacios de la planta de la sala que aparecen en el plano pero que no se han computado para esta simulación. Es remarcable como se ha mencionado antes el gran número de luminarias instaladas.

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	F (Luminaria) [lm]	F (Lámparas) [lm]	P [W]
1	243	PHILIPS BY460P 1xLED120S/840 MB GC (1.000)	12000	12000	145,0
			Total: 2916000	Total: 2916000	35235,0

El cálculo teórico realizado para este local nos indica que el flujo luminoso total de las dos salas del almacén debe ser como mínimo 2038239,0625 lm. Se observa que para esta distribución y estas luminarias se excede el mínimo en 877760,9375 lm. A continuación se hará una propuesta reduciendo el número de luminarias y ajustando más los flujos luminosos.

Se ha creído conveniente realizar esta propuesta debido a que facilita el cambio de luminarias al no tener que modificar la instalación de cableado. En vista a que la inversión inicial va a ser alta, la reducción de costes de obra es una variable importante a tener en cuenta para este proyecto. La realización de la obra en altura para este local puede ser un condicionante a la hora de elegir una propuesta.

Ahorros

Cálculos económicos que se deducen de la instalación actual

Número de luminarias	243	uds
----------------------	-----	-----



Potencia unitaria anterior	250	W
Potencia instalada total antes	60,750	Kw
Consumo anual antes	532,170	Gw/h
Coste electricidad	0,09 €	Kw/h
Coste electricidad año	47.895,30 €	

A continuación se va a realizar la valoración del ahorro energético y económico de la implantación de esta propuesta:

Número de luminarias	243	uds
Potencia unitaria nueva	145	W
Potencia instalada nueva	35,235	Kw
Consumo anual ahora	308,658	Gw/h
Coste electricidad	0,09 €	Kw/h
Coste electricidad año nueva	27.779,27 €	
Ahorro económico	20.116,03 €	
Coste unitario luminaria	1.075 €	
Coste unitario luminaria + dto. 40%	645 €	
Coste luminarias	156.735 €	
Retorno de la inversión	7,79	años

- Propuesta 3

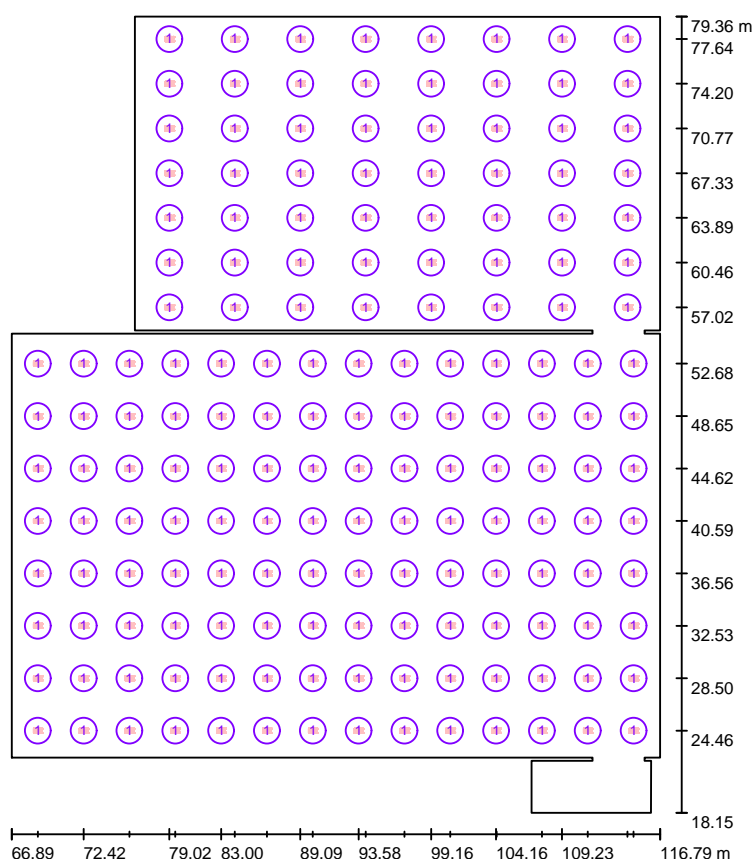
En vista a la mejora obtenida en la anterior propuesta gracias a la tecnología LED y viendo los datos de iluminancia y flujos luminosos, se puede ajustar más el número de luminarias generando así una reducción de la inversión inicial.

Para esta propuesta se va a utilizar la luminaria GentleSpace como en la anterior. La diferencia es que se va a cambiar la distribución y el número de luminarias para que se adapten mejor a las condiciones del local.

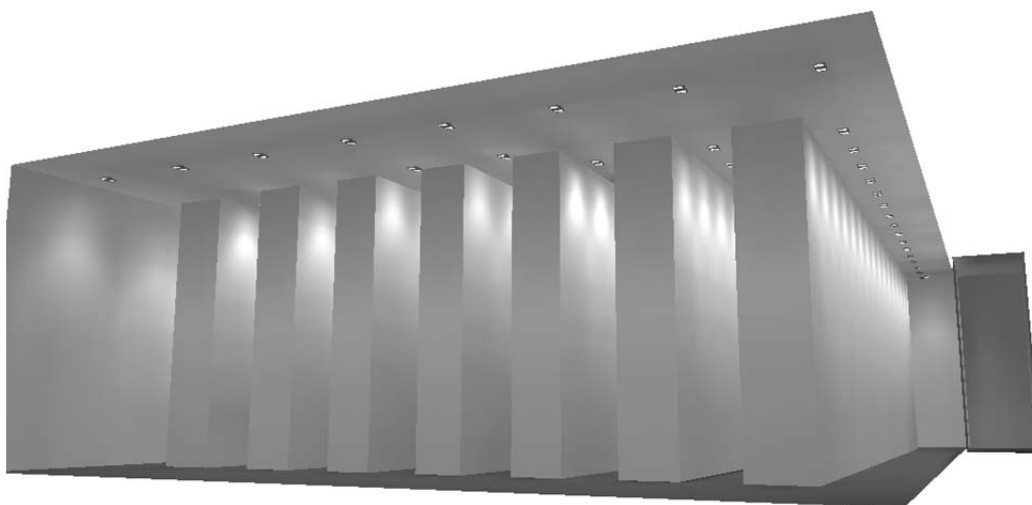
Tras el estudio realizado que se muestra en el cálculo de la primera propuesta observamos que el número de luminarias óptimo para todo el almacén es de 170 luminarias. Este dato obtenido teóricamente sirve como referencia pero no se puede

tomar como valor óptimo debido a la existencia de las estanterías de producto de la sala. Como ya se ha mencionado en la descripción del almacén estas estanterías tienen una altura de 12 m y suponen una barrera para los flujos luminosos.

Teniendo en cuenta los anteriores datos se ha realizado una simulación para obtener el mejor ajuste de las variables luminotécnicas. En primer lugar se ha cambiado la distribución de las luminarias de la siguiente manera.



Por otra parte como se puede observar se ha reducido el número de éstas a 168. Como se ve en la imagen siguiente obtenida de la simulación las luminarias han sido colocadas de tal manera que coincidan con los pasillos entre estanterías del almacén.



Las estanterías se han simulado como columnas para obtener la peor estimación en la simulación.

Cálculos

Los cálculos luminotécnicos para esta distribución están representados en la tabla precedente.

Superficie	r [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	310	161	547	0.521
Suelo	20	267	19	490	0.070
Techo	70	80	14	157	0.172
Paredes (20)	50	135	12	319	/

Se observa que bajan los niveles de iluminancia pero aún se mantienen en niveles aceptados por la normativa actual. Es importante recalcar que el plano de trabajo se ha establecido a la altura normalizada de 0.85 metros asegurando así que estos valores de iluminancia serán superiores a alturas mayores donde se realizara la mayor parte del trabajo.

A continuación se muestra la tabla con los flujos luminosos

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	F (Luminaria) [lm]	F (Lámparas) [lm]	P [W]
1	168	PHILIPS BY460P 1xLED120S/840 MB GC (1.000)	12000	12000	145,0
			Total: 2016000	Total: 2016000	24360,0



Se observa cómo se han ajustado los resultados incluso por debajo de lo calculado teóricamente debido que la distribución de las luminarias sigue un patrón determinado definido por la geometría del local. Este déficit de flujo luminoso se puede aceptar al no ser un requisito legal exigido por la normativa vigente. Se observa también la disminución de la potencia instalada que redundará en mayores ahorros económicos anuales. La reducción de la inversión inicial se ve reducida y aumentan los costes de obra como se detallará a continuación

Ahorros

Cálculos económicos que se deducen de la instalación actual

Número de luminarias	243	uds
Potencia unitaria anterior	250	W
Potencia instalada total antes	60,750	Kw
Consumo anual antes	532,170	Gw/h
Coste electricidad	0,09 €	Kw/h
Coste electricidad año	47.895,30 €	

A continuación se va a realizar la valoración del ahorro energético y económico de la implantación de esta propuesta:

Número de luminarias propuesta 3	168	uds
Potencia unitaria	145	W
Potencia instalada nueva	24,360	Kw
Consumo anual ahora	213,393	Gw/h
Coste electricidad año p3	19205,424	€/año
Ahorro económico	28.689,88 €	
Coste unitario luminaria	645	
Retorno de inversión	3,78 €	años
Coste electricidad	0,09 €	Kw/h



Coste total luminarias	108.360	
------------------------	---------	--

e. Alumbrado exterior

Actualmente el alumbrado exterior consta de los siguientes puntos de luz

PH-01 LUMINARIA PHILIPS HSRP-483 250W SODIO -35 UDS

PH-02 PROYECTOR PHILIPS (Carcasa Metal) 250W SODIO-2 UDS

PH-03 PROYECTOR PHILIPS (Carcasa Poliéster) 250W SODIO-13 UDS

PH-04 PROYECTOR PHILIPS MH-412 250W SODIO-3 UDS

PH-05 PROYECTOR PHILIPS (Carcasa Poliéster) 100W SODIO-10 UDS

CA-01 LUMINARIA CARANDINI 250W SODIO-10 UDS

HA-01 PROYECTOR HADASA PWC CODIGO 2500031000 1.000W SODIO-19 UDS

PH-10 LUMINARIA ADOSAR PHILIPS 70W SODIO-4 UDS

PH-11 LUMINARIA ADOSAR PHILIPS N°48292 70W SODIO-3 UDS

PH-12 LUMINARIA ADOSAR PHILIPS GS-604 70W SODIO-57 UDS

GE-10 LUMINARIA ADOSAR GENERAL ELECTRIC WL-175 SPP100, 100W SODIO-2 UDS

HA-10 LUMINARIA ADOSAR HADASA WL-70, 70W SODIO-13 UDS

IN-10 LUMINARIA ADOSAR INDALUX 70W SODIO-1 UDS

**250W-74 UDS

**100W-6 UDS

**70W-3 UDS

**150W-18 UDS

Donde se desconoce el modelo de luminaria instalada para las unidades asteriscadas.

Se ha calculado la suma total de las potencias

	TIPO	POTENCIA	NÚMERO	POTENCIA INSTALADA
Focos	PH-01	250	35	8750
	PH-02	250	2	500
	PH-03	250	13	3250

	PH-04	250	3	750
	PH-05	100	10	1000
	CA-01	250	10	2500
	HA-01	1000	19	19000
Adosados	PH-10	70	4	280
	PH-11	70	3	210
	PH-12	70	57	3990
	GE-10	100	2	200
	HA-10	70	13	910
	IN-10	70	1	70
	**250	250	74	18500
	**100	100	6	600
	**70	70	3	210
	**150	150	18	2700
Total				63420

Se propone para aumentar la eficiencia energética de la planta la sustitución de parte de estas lámparas de descarga por luminarias con tecnología LED. Se propone para la sustitución la familia ClearFlood: auténtica solución LED para iluminación deportiva y de áreas donde hay diferentes tipos de modelos en función del número de lúmenes requeridos. Este tipo de luminarias están pensadas para remplazar los puntos de luz convencionales ya que utilizan los mismos postes e instalaciones eléctricas.



- Tipo BVP650



- Lámpara Módulo LED integral
- Potencia (+/-10%) 79 a 260 W, según el producto
- Flujo luminoso 6.000-24.000 lm



4. SECADEROS DE TRIPA CELULÓSICA EN NAVE 1, 2 y 3

a. Situación actual

Actualmente existen 13 secaderos de tripa celulósica y 1 de tripa de colágeno del mismo tipo repartidos entre las naves 1 y 2. De los secaderos de tripa celulósica, once son de 16 líneas de tripa y tres de 12 líneas. El secadero de tripa de colágeno es de 16 líneas. Las características de los secaderos y su distribución en las nave 1 y 2 es la siguiente:

NAVE 1:

- Secaderos nº 1, 2, 3 y 4: de 16 líneas de tripa celulósica
- Secaderos nº 5, 6 y 7: de 12 líneas de tripa celulósica
- Secadero nº 8: de 16 líneas de tripa de colágeno

NAVE 2:

- Secaderos nº 9 a 14: de 16 líneas de tripa celulósica

NAVE 3:

- Secaderos nº 15 a 22: de 14 líneas de tripa de colágeno.

b. Justificación de caso especial

Estas salas se consideran un caso especial debido a que la temperatura ambiental en ellas excede la temperatura de operación de las lámparas LED. Esto se ha comprobado en la planta observándose que la lámpara se apaga pasado un tiempo esto es debido a la disipación de calor debida al efecto joule.

Los LEDs funcionan con corriente continua y para poder trabajar en cualquier tipo de instalación se requiere de un driver que convierta la corriente alterna en continua. En este proceso, la corriente de salida se vierte en la parte trasera del LED. La temperatura de esta parte trasera es la que define la vida útil de las lámparas LED. Un exceso de temperatura puede llegar a reducir muy considerablemente la vida útil de una lámpara LED.

Las salas de secaderos de la planta de Viscofan se encuentra a aproximadamente 60°C de temperatura y la temperatura de operación de estas lámparas varía entre -30°C y 45°C. De esta manera para estas salas es inviable la instalación de lámparas LED.



c. Posibles soluciones

Como ya se ha explicado anteriormente no es posible sustituir los fluorescentes actuales por LED en las salas mencionadas debido a su temperatura.

Dentro de las posibles soluciones encontramos la familia de lámparas fluorescentes T8 MASTER TL-E Eco de Philips. Que supone un ahorro del 10% de energía, un porcentaje mucho menor que con los LED, y tienen las mismas características que los tubos instalados actualmente.

Por otro lado se podría considerar la no sustitución de estas lámparas a la espera de que se perfeccione la tecnología LED y se ponga a la venta una lámpara LED con un disipador que permita al aparato funcionar a temperaturas más elevadas.



5. RESUMEN DEL PRESUPUESTO DE LA INSTALACIÓN.

En este capítulo del proyecto se recopila la información de precios, tiempos y costes en general que acarrea la realización del proyecto. Se muestra un resumen con las partidas desglosadas y el resultado total de la inversión a realizar. Se ha optado por realizar los presupuestos por separado para la mejor interpretación de los resultados. En primer lugar se muestran los presupuestos obtenidos de las propuestas realizadas para el almacén de expediciones.

Propuesta 1

Almacén producto acabado Viscofan						
Presupuesto						
Código	Nat	Ud	Resumen	CanPres	PrPres	ImpPres
El	Capítulo		Instalaciones	1	44.256,22	44.256,22
1	Capítulo	u	CONDUCTORES, CABLES Y CANALIZACIONES	1,00	797,40	797,40
1.1	Capítulo	u	CONDUCTORES	1,00	160,80	160,80
1.1.1	Partida	m	CABLE RZ1-K(AS) 0,6/1kV 3x1,5/1,5 mm2 + 1G1,5mm2	60,00	3	160,80
			Metros de línea totalmente colocado compuesto por: Cableado: Cobre RZ1-K(AS) 0,6/1KV 0 HALOGENOS Hilos: 3x1,5/1,5mm2 + 1G1,5mm2 Marca: General Cable			
P01	Material	m	CABLE RZ1 0 HALOGENOS 5G1,5	1,000	1,43	1,43
O1	Mano de obra	u	MANO DE OBRA OFICIAL 3ª ELECTRICISTA	0,050	25,00	1,25
			1.1.1	60,00	3	160,80
			1.1	1,00	160,80	160,80
1.2	Capítulo	u	TUBOS	1,00	28,50	28,50
1.1.2	Partida	m	TUBO POLICLORURO DE VINILO CORRUGADO 16mm	30,00	1	28,50
			Metros de tubo de termoplástico PVC corrugado, de 16mm de color negro, temperatura máxima de instalación 20°C totalmente colocado.			
P02	Material	m	TUBO FORROPLAST M16	1,000	0,20	0,20
O1	Mano de obra	u	MANO DE OBRA OFICIAL 3ª ELECTRICISTA	0,030	25,00	0,75
			1.1.2	30,00	1	28,50



			1.2	1,00	28,50	28,50
1.3	Capítulo	u	BANDEJAS PERFORADAS	1,00	608,10	608,10
1.3.1	Partida	m	BANDEJA METÁLICA 400x60 mm REJIBAND	30,00	20	608,10
			Metros de bandeja metálica de rejilla galvanizada en caliente REJIBAND de 400x60mm, incluso p/p de uniones, soportes, fijaciones y mano de obra de colocación.			
P04	Material	u	BANDEJA METALICA PERFORADA GALVANIZADA SENDZIMIR STANDAR 400X60	1,000	16,52	16,52
O1	Mano de obra	u	MANO DE OBRA OFICIAL 3ª ELECTRICISTA	0,150	25,00	3,75
			1.3.1	30,00	20	608,10
			1.3	1,00	608,10	608,10
			1	1,00	797,40	797,40
2	Capítulo		ALUMBRADO	1,00	43.458,82	43.458,82
A01	Maquinaria	u	PLATAFORMA ELEVADORA	1,00	835,00	835,00
2.1	Partida		LÁMPARA DE DESCARGA PHILIPS	166,00	257	42.623,82
P21	Material	u	PHILIPS BY150P 1xHPI-P250W-BU+AUX K IC	1,000	247,00	247,00
O2	Mano de obra	h	DESMONTAJE DE LAS LUMINARIAS EXISTENTES	0,300	15,00	4,50
P22	Material	ud	Pequeño material	1,000	0,77	0,77
O3	Mano de obra	h	MONTAJE DE LAS NUEVAS LUMINARIAS	0,300	15,00	4,50
			2.1	166,00	257	42.623,82
			2	1,00	43.458,82	43.458,82
			EI	1	44.256,22	44.256,22
			IND-VIS	1	44.256,22	44.256,22



Propuesta 2

Almacen producto acabado Viscofan						
Presupuesto						
Código	Nat	Ud	Resumen	CanPres	PrPres	ImpPres
EI	Capítulo		Instalaciones	1	159.944,11	159.944,11
1	Capítulo		ALUMBRADO	1,00	159.944,11	159.944,11
A01	Maquinaria	u	PLATAFORMA ELEVADORA	1,00	835,00	835,00
1.1	Partida		LÁMPARA LED PHILIPS	243,00	655	159.109,11
P01	Material	u	PHILIPS BY460P 1xLED120S/840 MB GC	1,000	645,00	645,00
O1	Mano de obra	h	DESMONTAJE DE LAS LUMINARIAS EXISTENTES	0,300	15,00	4,50
P03	Material	ud	Pequeño material	1,000	0,77	0,77
O2	Mano de obra	h	MONTAJE DE LAS NUEVAS LUMINARIAS	0,300	15,00	4,50
			1.1	243,00	655	159.109,11
			1	1,00	159.944,11	159.944,11
			EI	1	159.944,11	159.944,11
			IND-VIS	1	159.944,11	159.944,11



Propuesta 3

Almacen producto acabado Viscofan						
Presupuesto						
Código	Nat	Ud	Resumen	CanPres	PrPres	ImpPres
EI	Capítulo		Instalaciones	1	111.610,36	111.610,36
1	Capítulo	u	CONDUCTORES, CABLES Y CANALIZACIONES	1,00	774,00	774,00
1.1	Capítulo	u	CONDUCTORES	1,00	80,40	80,40
1.1.1	Partida	m	CABLE RZ1-K(AS) 0,6/1kV 3x1,5/1,5 mm2 + 1G1,5mm2	30,00	3	80,40
			Metros de línea totalmente colocado compuesto por: Cableado: Cobre RZ1-K(AS) 0,6/1KV 0 HALOGENOS Hilos: 3x1,5/1,5mm2 + 1G1,5mm2 Marca: General Cable			
P01	Material	m	CABLE RZ1 0 HALOGENOS 5G1,5	1,000	1,43	1,43
O1	Mano de obra	u	MANO DE OBRA OFICIAL 3ª ELECTRICISTA	0,050	25,00	1,25
			1.1.1	30,00	3	80,40
			1.1	1,00	80,40	80,40
1.2	Capítulo	u	TUBOS	1,00	28,50	28,50
1.1.2	Partida	m	TUBO POLICLORURO DE VINILO CORRUGADO 16mm	30,00	1	28,50
			Metros de tubo de termoplástico PVC corrugado, de 16mm de color negro, temperatura máxima de instalación 20°C totalmente colocado.			
P02	Material	m	TUBO FORROPLAST M16	1,000	0,20	0,20
O1	Mano de obra	u	MANO DE OBRA OFICIAL 3ª ELECTRICISTA	0,030	25,00	0,75
			1.1.2	30,00	1	28,50
			1.2	1,00	28,50	28,50
1.3	Capítulo	u	BANDEJAS PERFORADAS	1,00	665,10	665,10
1.3.1	Partida	m	BANDEJA METÁLICA 400x60 mm REJIBAND	30,00	22	665,10



			Metros de bandeja metálica de rejilla galvanizada en caliente REJIBAND de 400x60mm, incluso p/p de uniones, soportes, fijaciones y mano de obra de colocación.			
P03	Material	u	BANDEJA METALICA PERFORADA GALVANIZADA SENDZIMIR STANDAR 400X60	1,000	18,42	18,42
O1	Mano de obra	u	MANO DE OBRA OFICIAL 3ª ELECTRICISTA	0,150	25,00	3,75
			1.3.1	30,00	22	665,10
			1.3	1,00	665,10	665,10
			1	1,00	774,00	774,00
2	Capítulo		ALUMBRADO	1,00	110.836,36	110.836,36
A01	Maquinaria	u	PLATAFORMA ELEVADORA	1,00	835,00	835,00
2.1	Partida		PHILIPS BY460P 1xLED120S/840 MB GC	168,00	655	110.001,36
P21	Material	u	PHILIPS BY460P 1xLED120S/840 MB GC	1,000	645,00	645,00
O2	Mano de obra	h	DESMONTAJE DE LAS LUMINARIAS EXISTENTES	0,300	15,00	4,50
P22	Material	ud	Pequeño material	1,000	0,77	0,77
O3	Mano de obra	h	MONTAJE DE LAS NUEVAS LUMINARIAS	0,300	15,00	4,50
			2.1	168,00	655	110.001,36
			2	1,00	110.836,36	110.836,36
			EI	1	111.610,36	111.610,36
			IND-VIS	1	111.610,36	111.610,36



6. ESTUDIO DE LA AMORTIZACIÓN DEL CAMBIO DE LUMINARIAS Y LÁMPARAS.

Se ha realizado un estudio de la amortización del cambio de lámparas ya que uno de los requisitos exigidos por la empresa era que el tiempo de retorno de la inversión fuese inferior a 2 años.

Para ello se han calculado los consumos eléctricos totales por sala y por año de tal manera que se pueda conocer el ahorro deducido de la sustitución de las lámparas. Se conocen los precios unitarios de las lámparas y se ha realizado una estimación de los tiempos de sustitución como se verá más adelante en este capítulo del proyecto.

La potencia instalada es conocida y se muestra en una tabla en el capítulo de alumbrado, con ella se calcula los consumos eléctricos actuales de la planta.

Hay que hacer mención aparte en el tema del coste del Kw/h ya que la empresa dispone de un centro de cogeneración de energía eléctrica.

La planta de cogeneración con 48 MW de potencia instalada es la más grande de Navarra y permite a Viscopfan obtener energía eléctrica más barata. Según el personal de Viscopfan el coste que supone el Kw/h para la empresa es de 0.09€. Conocido este dato se puede proceder a calcular el consumo eléctrico total por alumbrado y año de la planta. Por consiguiente también se calculara el coste total por alumbrado de la nueva instalación y de esta manera obtendremos el dato del ahorro económico y energético producido por el cambio de la instalación.

A través de los catálogos de las empresas suministradoras de lámparas y luminarias se han obtenido los precios unitarios de las lámparas y luminarias que se requieren para la realización de este proyecto. Se ha puesto en conocimiento del autor que los suministradores de estos productos realizan un descuento para empresas que adquieren grandes cantidades de material de alrededor del 30%. Este descuento se aplicará al total del coste de las lámparas y luminarias utilizadas.

Conocido el ahorro y el montante de la inversión se puede calcular el tiempo de retorno de la inversión.

En otro apartado de este capítulo se calcularan los ahorros en el consumo de CO₂ lo cual nos dará información sobre los beneficios que tiene la sustitución de lámparas convencionales por lámparas de tecnología LED.



Previo a la realización de la tabla que se muestra debajo de este texto se había realizado una estimación de las horas de trabajo de cada una de las salas de la planta. De esta manera los datos de consumos son más fiables y se ajustan más a la realidad. Todo el proceso de cálculo está detallado en las tablas anexas al proyecto.



A continuación se muestra una lista detallada de los consumos y costes por sala de la planta de Viscofan.

<u>A) Almacén de Celulosa</u>	-	<u>Potencia por sala nueva</u>	<u>Kwh/año</u>	<u>Coste anual</u>
· <u>Planta baja</u>	-	0	0	0,00 €
o Almacén Celulosa	14 proy. 1 x 150W sodio	2100	7665	689,85 €
<u>Planta 1ª</u>	-	0	0	0,00 €
Almacén Prensas	50 fl. 2 x 58W	5800	21170	1.905,30 €
<u>B) Nave de Fabricación 1 - Celulosa</u>	-	0	0	0,00 €
<u>Planta baja</u>	-	0	0	0,00 €
Sosas	6 fl. 2 x 58W	696	2540,4	228,64 €
Transportador Sosas	7 fl. 2 x 58W	812	2963,8	266,74 €
Compresores NH ₃	5 fl. 2 x 58W	580	2117	190,53 €
Piscina 4°C	6 fl. 2 x 58W	696	2540,4	228,64 €
Molinos	2 fl. 2 x 58W	232	846,8	76,21 €
	+ 3 fl. 1 x 36W	108	394,2	35,48 €
Pasillos	8 fl. 2 x 58W	928	3387,2	304,85 €
o Nave Viscosa	16 fl. 2 x 58W	2204	19307,04	1.737,63 €
	+ 6 fl. 1 x 58W	348	3048,48	274,36 €
	+6 fl. 1 x 36W	216	1892,16	170,29 €
	+4 fl. 2 x 15W	120	1051,2	94,61 €
o Zona húmeda	49 fl. 2 x 58W	5684	49791,84	4.481,27 €
	+7 fl. 4 x 36W	1008	8830,08	794,71 €
	+8 fl. 2 x 36W	576	5045,76	454,12 €
	+10 fl. 1 x 36W	360	3153,6	283,82 €
	+1 fl. 1 x 18W	18	157,68	14,19 €
Presecado	18 fl. 2 x 58W	2088	18290,88	1.646,18 €
	+13 fl. 4 x 36W	1872	16398,72	1.475,88 €
	+2 fl. 2 x 36W	144	1261,44	113,53 €
	+1 fl. 1 x 36W	36	315,36	28,38 €
	+4 fl. 2 x 18W	144	1261,44	113,53 €
Pasillos Secadores	112 fl. 2 x 58W	0	0	0,00 €
Enrolladoras	3 fl. 2 x 58W	348	3048,48	274,36 €
	+2 fl. 1 x 58W	116	1016,16	91,45 €
	+8 fl. 4 x 36W	1152	10091,52	908,24 €
Lurgis	16 fl. 2 x 58W	1856	6774,4	609,70 €
	+2 fl. 2 x 36W	144	525,6	47,30 €
	+3 fl. 1 x 36W	108	394,2	35,48 €



<u>Sala</u>	-	<u>Potencia por sala nueva</u>	<u>Kwh/año</u>	<u>Coste anual</u>
Cristalizador	5 proy. 1 x 250W sodio	1250	4562,5	410,63 €
	+6 fl. 2 x 36W	432	1892,16	170,29 €
(*)a)	6 fl. 2 x 58W	696	3048,48	274,36 €
(*)b)	28 fl. 2 x 58W	3248	14226,24	1.280,36 €
(*)c)	10 fl. 2 x 58W	1160	5080,8	457,27 €
Almacén Tripa	12 proy. 1 x 250W sodio	3000	10950	985,50 €
	+72 fl. 2 x 58W	8352	30484,8	2.743,63 €
	+8 fl. 2 x 36W	576	2102,4	189,22 €
(*)d)	6 fl. 2 x 58W	696	2540,4	228,64 €
(*)e)	4 fl. 2 x 58W	464	1693,6	152,42 €
	+7 pl. 2 x 11W	154	562,1	50,59 €
Sala Plisado	85 fl. 3 x 58W	14790	129560,4	11.660,44 €
	+13 fl. 2 x 58W	1508	13210,08	1.188,91 €
Taller Plisado 1	11 fl. 2 x 58W	1276	5588,88	503,00 €
	+12 fl. 1 x 58W	696	3048,48	274,36 €
	+1 fl. 3 x 36W	108	473,04	42,57 €
	+2 fl. 2 x 36W	144	630,72	56,76 €
Taller Plisado 2	18 fl. 2 x 58W	2088	9145,44	823,09 €
<u>Planta 1^a</u>	-	0	0	0,00 €
Nave Viscosa	42 fl. 2 x 58W	4872	21339,36	1.920,54 €
	+9 fl. 2 x 36W	648	2838,24	255,44 €
	+4 fl. 1 x 36W	144	630,72	56,76 €
	+1 fl. 2 x 15W	30	131,4	11,83 €
Plataforma Visolvers	12 fl. 2 x 58W	1392	5080,8	457,27 €
o Zona húmeda	13 fl. 2 x 58W	1508	13210,08	1.188,91 €
	+119 fl. 2 x 36W	1368	11983,68	1.078,53 €
	+3 fl. 1 x 36W	108	946,08	85,15 €
o Secaderos	11 fl. 2 x 58W	0	0	0,00 €
Enrolladoras	6 fl. 2 x 58W	696	6096,96	548,73 €
	+14 fl. 4 x 36W	2016	17660,16	1.589,41 €
Lurgis	5 proy. 250W sodio	1250	4562,5	410,63 €
	+5 fl. 2 x 58W	580	2540,4	228,64 €
	+1 fl. 1 x 58W	58	254,04	22,86 €
	+2 fl. 1 x 36W	72	315,36	28,38 €
Laboratorio Colágeno	11 fl. 2 x 58W	1276	11177,76	1.006,00 €
(*)f)	9 fl. 2 x 58W	1044	3810,6	342,95 €
(*)g)	6 fl. 2 x 58W	696	2540,4	228,64 €
(*)h)	10 fl. 2 x 58W	1160	4234	381,06 €
<u>Planta 2^a</u>	-	0	0	0,00 €
<u>Sala</u>	-	<u>Potencia</u>	<u>Kwh/año</u>	<u>Coste anual</u>



		por sala nueva		
Nave Viscosa/Prensas	5 proy. 1 <u>x</u> 250W v.merc.	1250	4562,5	410,63 €
	+2 fl. 2 x 160W	640	2336	210,24 €
	+8 fl. 2 x 58W	928	3387,2	304,85 €
Nave Viscosa/Sala maduración	1 fl. 2 <u>x</u> 160W	320	1168	105,12 €
	+24 fl. 2 x 58W	2784	10161,6	914,54 €
	+3 fl. 1 x 58W	174	635,1	57,16 €
	+1 fl. 2 x 36W	72	262,8	23,65 €
	+1 fl. 2 x 20W	40	146	13,14 €
Nave Viscosa/Sala Simplex	1 fl. 2 <u>x</u> 160W	320	1168	105,12 €
	+10 fl. 2 x 58W	1160	4234	381,06 €
Nave Viscosa/Sala Simplex sobreplanta	10 fl. 2 <u>x</u> 58W	1160	4234	381,06 €
		0	0	0,00 €
Zona húmeda	23 fl. 2 <u>x</u> 58W	3248	28452,48	2.560,72 €
	+19 fl. 2 x 36W	1368	11983,68	1.078,53 €
	+10 fl. 1 x 36W	360	3153,6	283,82 €
Torre	3 fl. 2 <u>x</u> 58W	348	3048,48	274,36 €
	+1 f. 1 x 58W	58	508,08	45,73 €
	+1 fl. 2 x 36W	72	630,72	56,76 €
	+ 7 fl. 1 x 36W	252	2207,52	198,68 €
Lavador gases	2 proy. 1 <u>x</u> 250W	500	1825	164,25 €
	+3 fl. 2 x 58W	348	1270,2	114,32 €
<u>Planta 3^a</u>	-	0	0	0,00 €
Torre	22 fl. 1 <u>x</u> 36W	792	3468,96	312,21 €
<u>Planta 4^a</u>	-	0	0	0,00 €
Torre	3 fl. 2 <u>x</u> 58W	348	1524,24	137,18 €
	+7 fl. 1 x 58W	406	1778,28	160,05 €
	+3 fl. 2 x 36W	216	946,08	85,15 €
	+6 fl. 1 x 36W	216	946,08	85,15 €
<u>Planta 5^a</u>	-	0	0	0,00 €
Torre	4 fl. 2 <u>x</u> 58W	464	2032,32	182,91 €
	+1 fl. 2 x 36W	72	315,36	28,38 €
	+2 fl. 1 x 36W	72	315,36	28,38 €
<u>C) Edificio de Viscosa</u>	-	0	0	0,00 €
· <u>Planta +0,10</u>	-	0	0	0,00 €
	-	0	0	0,00 €
o <u>Sala de Viscosa</u>	12 fl. 2 <u>x</u> 58W	1392	12193,92	1.097,45 €
o <u>Sala de Disolvers</u>	6 fl. 2 <u>x</u> 58W	696	6096,96	548,73 €
	+ 6 incand. 1 x 100W	600	5256	473,04 €
<u>Planta +2,80</u>	-	0	0	0,00 €
<u>Sala</u>	-	<u>Potencia</u>	<u>Kwh/año</u>	<u>Coste anual</u>



		por sala nueva		
<u>Sala de Sosa</u>	<u>11 fl. 2 x 58W</u>	1276	4657,4	419,17 €
<u>Sala de filtros de Prensas</u>	<u>15 fl. 2 x 58W</u>	1740	6351	571,59 €
<u>Sala de Disolvers</u>	<u>8 fl. 2 x 58W</u>	928	4064,64	365,82 €
<u>Planta +6,72</u>	-	0	0	0,00 €
<u>Sala de Prensas</u>	<u>13 fl. 2 x 58W</u>	1508	6605,04	594,45 €
<u>Sala de Maduración</u>	<u>15 fl. 2 x 58W</u>	1740	7621,2	685,91 €
<u>Sala eléctrica</u>	<u>6 fl. 2 x 36W</u>	432	1892,16	170,29 €
-	<u>+ 2 fl. 2 x 36W</u>	144	630,72	56,76 €
<u>Planta +9,12</u>	-	0	0	0,00 €
<u>Sala de Prensas</u>	<u>7 fl. 2 x 58W</u>	812	3556,56	320,09 €
	<u>+ 2 incand. 1 x 100W</u>	200	876	78,84 €
<u>Sala de Maduración</u>	<u>7 fl. 2 x 58W</u>	812	3556,56	320,09 €
-	<u>+ 2 incand. 1 x 100W</u>	200	876	78,84 €
<u>D) Nave de Fabricación 2 - Celulosa</u>	-	0	0	0,00 €
<u>Planta baja</u>	-	0	0	0,00 €
<u>Sala Cubas Viscosa</u>	<u>16 fl. 2 x 58W</u>	1856	16258,56	1.463,27 €
<u>Pasillos Cubas Viscosa</u>	<u>24 fl. 2 x 58W</u>	2784	24387,84	2.194,91 €
<u>Presecado</u>	<u>24 fl. 2 x 58W</u>	2784	24387,84	2.194,91 €
<u>Pasillos Secaderos</u>	<u>65 fl. 2 x 58W</u>	0	0	0,00 €
<u>Final Secaderos</u>	<u>11 fl. 2 x 58W</u>	0	0	0,00 €
<u>Enrolladoras</u>	<u>6 fl. 1 x 36W</u>	216	1892,16	170,29 €
-	<u>+ 6 fl. 1 x 18W</u>	108	946,08	85,15 €
o <u>Pasillo final Enrolladoras</u>	<u>7 fl. 2 x 58W</u>	812	7113,12	640,18 €
o <u>Carrusel</u>	<u>7 fl. 2 x 58W</u>	812	7113,12	640,18 €
<u>Sala eléctrica 4</u>	<u>6 fl. 4 x 36W</u>	864	3784,32	340,59 €
<u>Sala eléctrica 2</u>	<u>10 fl. 4 x 36W</u>	1440	6307,2	567,65 €
<u>Sala eléctrica 1</u>	<u>6 fl. 3 x 36W</u>	648	2838,24	255,44 €
<u>Sala pinturas</u>	<u>6 fl. 2 x 58W</u>	696	3048,48	274,36 €
-		0	0	0,00 €
· <u>Planta 1ª</u>	-	0	0	0,00 €
o <u>Sala de Cubas Viscosa</u>	<u>28 fl. 2 x 58W</u>	3248	28452,48	2.560,72 €
o <u>Pasillos Cubas Viscosa</u>	<u>3 cubas x 42 fl. 2 x 36W</u>	9072	79470,72	7.152,36 €
	<u>+pasillos: 6 fl. 2 x 58W</u>	696	6096,96	548,73 €
o <u>Final Cubas Viscosa</u>	<u>6 fl. 2 x 58W</u>	696	6096,96	548,73 €
o <u>Vestuarios</u>	<u>10 fl. 3 x 36W</u>	1080	9460,8	851,47 €
o <u>Zona seca</u>	<u>6 proy.1 x 250W</u>	1500	13140	1.182,60 €
	<u>+ 5 fl. 2 x 58W</u>	580	5080,8	457,27 €
o <u>Enrolladoras</u>	<u>16 fl. 2 x 58W</u>	1856	8129,28	731,64 €



<u>Sala</u>	-	Potencia por sala nueva	Kwh/año	Coste anual
o <u>Oficinas Enrolladoras</u>	<u>5 fl. 2 x 58W</u>	580	2540,4	228,64 €
o <u>Sala Cartonaje</u>	<u>6 fl. 2 x 58W</u>	696	3048,48	274,36 €
o <u>Almacén</u>	<u>24 fl. 2 x 58W</u>	2784	12193,92	1.097,45 €
-	-	0	0	0,00 €
<u>Planta 2ª</u>	-	0	0	0,00 €
<u>Pasillos Cubas</u>	<u>5 proy. 1 x 250W</u>	1250	10950	985,50 €
<u>Planta 3ª</u>	-	0	0	0,00 €
<u>Sala Control Torre</u>	<u>6 fl. 3 x 36W</u>	648	2365,2	212,87 €
-	<u>+ 4 fl. 4 x 36W</u>	576	2102,4	189,22 €
-	<u>+1 fl. 2 x 58W</u>	116	423,4	38,11 €
<u>Caldera Agua caliente</u>	<u>6 fl. 2 x 58W</u>	696	2540,4	228,64 €
-	<u>+ 4 fl. 2 x 36W</u>	288	1051,2	94,61 €
<u>Planta 4ª</u>	-	0	0	0,00 €
<u>Poliéster</u>	<u>5 proy. 1 x 250W</u>	1250	4562,5	410,63 €
<u>D') Nave de Fabricación 2 - Torre</u>	-	0	0	0,00 €
<u>Planta baja</u>	<u>18 fl. 2 x 58W</u>	2088	18290,88	1.646,18 €
<u>Planta 1ª</u>	<u>27 fl. 2 x 58W</u>	3132	27436,32	2.469,27 €
<u>Planta 2ª</u>	<u>18 fl. 2 x 58W</u>	2088	18290,88	1.646,18 €
<u>Planta 3ª</u>	<u>24 fl. 2 x 58W</u>	2784	24387,84	2.194,91 €
-	<u>+ 6 fl. 2 x 36W</u>	432	3784,32	340,59 €
<u>Planta 4ª</u>	<u>15 fl. 2 x 58W</u>	1740	6351	571,59 €
-	<u>+ 3 fl. 2 x 36W</u>	216	788,4	70,96 €
<u>Planta 5ª</u>	<u>15 fl. 2 x 58W</u>	1740	6351	571,59 €
<u>Planta 6ª</u>	<u>17 fl. 2 x 58W</u>	1972	7197,8	647,80 €
<u>D'') Nave de Fabricación 2 – Lavador de gases</u>	-	0	0	0,00 €
<u>Planta baja</u>	<u>8 fl. 2 x 58W</u>	928	3387,2	304,85 €
<u>Planta 1ª</u>	<u>8 fl. 2 x 58W</u>	928	3387,2	304,85 €
<u>E) Nave de Fabricación 3 - Colágeno</u>	-	0	0	0,00 €
<u>Planta baja</u>	-	0	0	0,00 €
<u>Pasillo junto a Cámaras frigoríficas</u>	<u>8 fl. 2 x 58W</u>	928	8129,28	731,64 €
-	-	0	0	0,00 €
<u>Pasillos zona húmeda</u>	<u>74 fl. 2 x 58W</u>	8584	75195,84	6.767,63 €
<u>Pasillos Secaderos</u>	<u>88 fl. 2 x 58W</u>	0	0	0,00 €
<u>Pasillos Humidificadores</u>	<u>48 fl. 2 x 58W</u>	5568	48775,68	4.389,81 €
<u>Enrolladoras</u>	<u>16 fl. 2 x 58W</u>	1856	16258,56	1.463,27 €
<u>Sala de</u>	<u>6 fl. 2 x 58W</u>	696	2540,4	228,64 €
<u>Planta 1ª</u>	-	0	0	0,00 €
<u>Cámara frigorífica 1</u>	<u>11 fl. 2 x 58W</u>	1276	4657,4	419,17 €
<u>Cámara frigorífica 2</u>	<u>11 fl. 2 x 58W</u>	1276	4657,4	419,17 €



<u>Sala</u>	-	Potencia por sala nueva	Kwh/año	Coste anual
<u>Sala Marlen</u>	<u>15 fl. 2 x 58W</u>	1740	6351	571,59 €
<u>Secaderos</u>	<u>15 fl. 2 x 58W</u>	0	0	0,00 €
<u>Humidificadores</u>	<u>12 fl. 2 x 58W</u>	1392	5080,8	457,27 €
<u>Almacén</u>	<u>10 fl. 2 x 58W</u>	1160	4234	381,06 €
<u>Planta 2ª</u>	-	0	0	0,00 €
<u>Zona húmeda</u>	<u>14 fl. 2 x 58W</u>	1624	5927,6	533,48 €
	-	0	0	0,00 €
<u>F) Cogeneración</u>	-	0	0	0,00 €
<u>Planta baja</u>	-	0	0	0,00 €
<u>Generadores</u>	<u>8 proy. 1 x 400W</u>	3200	28032	2.522,88 €
-	<u>+ 6 fl. 2 x 36W</u>	432	3784,32	340,59 €
	<u>+ 2 proy. 1 x 150W</u>	300	2628	236,52 €
o <u>Sala eléctrica</u>	<u>18 fl. 2 x 36W</u>	1296	11352,96	1.021,77 €
o <u>Sala de Control</u>	<u>9 fl. 3 x 36W</u>	972	8514,72	766,32 €
<u>Planta 1ª</u>	-	0	0	0,00 €
<u>Pasarela</u>	<u>8 proy. 1 x 70W</u>	490	4292,4	386,32 €
<i>(*) Denominación local desconocida: ver su localización en el plano de implantación facilitado.</i>			0	0,00 €
<u>G) Alumbrado exterior</u>	-	0	0	0,00 €
Torres de proyectores	-	0	0	0,00 €
Torre 1	7 proy. 1 x 1.000W.VSAP	7000	30660	2.759,40 €
Torre 2	4 proy. 1 x 1.000W.VSAP	4000	17520	1.576,80 €
Torre 3	4 proy. 1 x 1.000W.VSAP	4000	17520	1.576,80 €
Torre 4	7 proy. 1 x 1.000W.VSAP	7000	30660	2.759,40 €
Acceso a fábrica + portería	11 proy. 1 x_250W sodio	2750	12045	1.084,05 €
Contorno Nave 1 + Almacén Celulosa	36 proy. 1 x_250W sodio	9000	39420	3.547,80 €
Contorno Nave 2	11 proy. 1 x_250W sodio	2750	12045	1.084,05 €
	6 proy. 1 x_70W sodio	420	1839,6	165,56 €
Contorno Nave 3	6 proy. 1 x_250W sodio	1500	6570	591,30 €
-	4 proy. 1 x_70W sodio	280	1226,4	110,38 €
Cogeneración	6 proy. 1 x_70W sodio	420	1839,6	165,56 €
Rack próximo	7 proy. 1 x_250W sodio	1750	7665	689,85 €



<u>Sala</u>	-	<u>Potencia por sala nueva</u>	<u>Kwh/año</u>	<u>Coste anual</u>
Rack lejano	13 proy. 1 x_250W sodio	3250	14235	1.281,15 €
Subestación eléctrica	4 proy. 1 x_250W sodio	1000	4380	394,20 €
		257108	1557843,36	140.205,90 €

La potencia instalada total de la planta son 257,108 MW que al año consumen 1.55 GW/h y que supone un coste de 140.205,90 € a la empresa.

En el anexo de cálculos se muestra otra tabla similar pero con los valores modificados de potencia instalada cuyos resultados totales son los siguientes: La potencia instalada total de la planta son 163,025 MW que al año consumen 0,933 GW/h y que supone un coste de 83.972,48 € a la empresa.

El ahorro económico obtenido es de 56.233€.

	Costes de consumo	costes de consumo nuevos	Costes de mantenimiento(1/4 de costes de consumo)	Coste de mantenimiento nuevos(tecnología LED 50% menos)	ahorro de consumo	ahorros de mantenimiento	ahorro total
almacén	47.895,00 €	11.973,00 €	11.973,75 €	1.496,63 €	35.922,00 €	10.477,13 €	46.399,13 €
planta	140.205,90 €	83.972,48 €	35.051,48 €	10.496,56 €	56.233,42 €	24.554,92 €	80.788,34 €
total	188.100,90 €	95.945,48 €	47.025,23 €	11.993,19 €	92.155,42 €	35.032,04 €	127.187,46 €

En vista de esta tabla y conociendo la inversión realizada por separado tanto para el cambio de lámparas en planta como para el cambio de luminarias en el almacén, podemos calcular el tiempo de retorno de la inversión de la siguiente manera:

Coste de la inversión
111.900,00 €
165.566,00 €
277.466,00 €

El tiempo de retorno de la inversión es el siguiente

retorno de la inversión

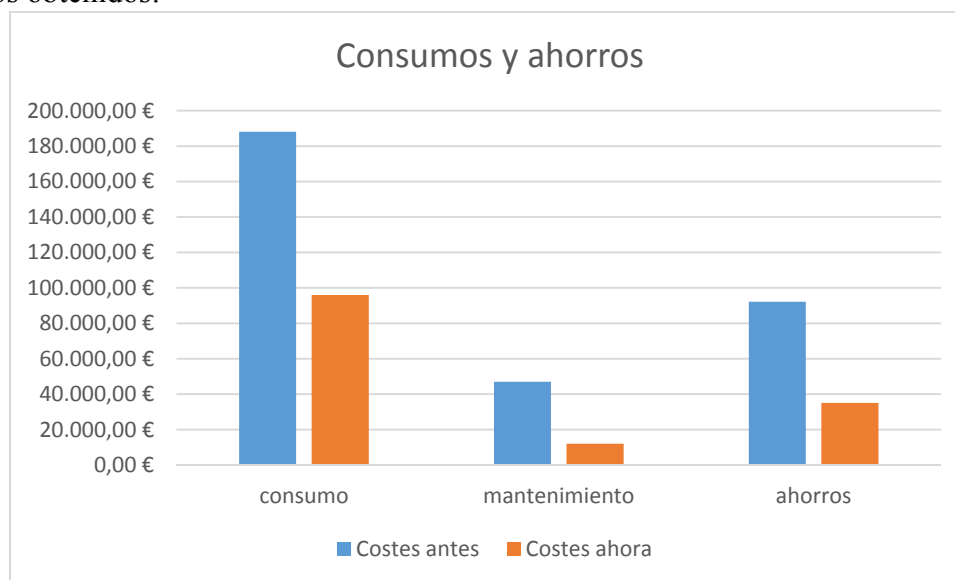


2,18 años

Por otro lado se ha calculado el aspecto ambiental de la reducción de consumo energético. De esta manera se han obtenido los consumos de CO₂ emitidos debido al uso del alumbrado.

Reducción de emisiones de CO ₂	emisión de CO ₂ actual	emisión de CO ₂ tras instalación		reducción emisiones
0,252 Kg CO ₂ /kwh	392576,53	235122,96	Kg CO ₂ /año	157453,57

Por último se muestra una tabla para una interpretación de las magnitudes de los ahorros obtenidos:



Para calcular la inversión realizada tenemos que ir al presupuesto donde están detallados todos los gastos, tanto de material como de personal. Antes de realizar el presupuesto se han calculado a continuación los tiempos de sustitución de luminarias

a. Estudio de tiempos de sustitución

Para el cálculo de los costes se ha hecho una estimación de los tiempos de sustitución de luminarias con el fin de aproximarse lo máximo posible a la realidad.

Se han definido tres tipos de tiempos de sustitución en base al tipo de luminaria y a partir de ello se han hecho una serie de suposiciones. A continuación se presenta una tabla con los tipos de tiempos dependiendo de la luminaria.

Operaciones	Tiempo A	Tiempo B	Tiempo C
Desplazamiento	1	2	1
Desmontaje	1	1	3
Cambio	5	5	5



Montaje	1	1	3
Total	8	9	12

El tiempo de sustitución varía con el tipo de luminaria y la altura o facilidad de acceso a esta. El tipo A son las luminarias de la zona productiva que se pueden desenchufar como se ha mostrado antes en el apartado 4. Alumbrado. El tipo B se le supone una dificultad de acceso mayor y el tipo C son las lámparas, no desenchufables, de montaje empotrado. A continuación se muestra la tabla con los porcentajes de tipos en la planta

Tipo	%
A	52,96
B	35,65
C	15,23

Para estos porcentajes el tiempo de sustitución en minutos por tipo es el siguiente.

Tipo	Minutos
A	15480
B	11724
C	6678

Para ver los datos más exactos se ha realizado una tabla que se encuentra en el anexo de cálculos del proyecto.

Según la estimación más desfavorable se necesitarían en torno a 30 días de trabajo de varios operarios para la sustitución de todas las luminarias de la planta. Los cálculos de la estimación se han realizado sin tener en cuenta los desplazamientos de personas y de material de tal manera que resultan poco ilustrativos.

Por otro lado nos dan una referencia de tiempo que nos indica que la sustitución del total de las lámparas de la planta no se puede realizar en la semana de parada de mantenimiento de la planta.

En este proyecto se propone la sustitución de las lámparas que se hallan en zonas no productivas en el periodo de tiempo de mantenimiento mientras que en el resto de salas se podría realizar paulatinamente en los próximos meses. De este modo la sustitución de las lámparas de la zona de producción se realiza cuando ésta está detenida y no son necesarias y la sustitución de las lámparas



7. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD.

El anexo referido al estudio básico de seguridad y salud, no aparecerá en el proyecto debido a ya ha sido redactado por el equipo especializado en la empresa para la instalación inicial.

8. BIBLIOGRAFIA.

Reglamentos y normativas utilizados

Para la realización del presente proyecto, la bibliografía consultada ha sido:

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto de 2002).
- Reglamento de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión. Colección Leyes, Normas y Reglamentos. Ministerio de Ciencia y Tecnología.
- Reglamento sobre Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de transformación. Colección Leyes, Normas y Reglamentos. Ministerio de Industria y Energía (Real Decreto 3275/82, de 12 de noviembre de 1982).
- Reglamento sobre las condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación e instrucciones técnicas complementarias. Ministerio de Industria y Energía.
- Reglamento de verificaciones eléctricas y regularidad en el suministro de energía eléctrica.
- Normas UNE y recomendaciones UNESA que sean de aplicación.
- Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación conectados a redes de tercera categoría. UNESA. Febrero 1989.
- Plan de Acción de Ahorro y Eficiencia Energética 2011-2020.

- RESOLUCIÓN 648/2013, de 16 de agosto, del Director General de Medio Ambiente y Agua.
- Manual de luminotecnia para interiores, Carlos Lazlo.
- La iluminación en el trabajo: Efectos visuales y biológicos, Ir.W.J.M. van Bommel Ir. G.J. van den Beld, 2004.

Catálogos consultados

Se han consultado los siguientes catálogos:

- Catálogo Philips
- Catálogo Osram

Páginas web consultadas

En este apartado se adjuntan las direcciones web de las empresas cuyos elementos han sido utilizados en el presente proyecto:

Las páginas web son las siguientes:

- PHILIPS. (<http://www.philips.com>).